



Departamento de
Minas
da Faculdade de Engenharia
da Universidade do Porto

INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO DOS TERRENOS DO *POLO III* DA UNIVERSIDADE DO PORTO (CAMPO ALEGRE)

H. S. Botelho de Miranda
(*Prof. Auxiliar*)

Alexandre J. M. Leite
(*Assistente*)

ÍNDICE

- 1 - INTRODUÇÃO. OBJECTIVOS DO TRABALHO
 - 2 - METODOLOGIA USADA
 - 3 - LOCALIZAÇÃO
 - 4 - ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO
 - 5 - LEVANTAMENTO DE DIACLASES E FRACTURAS
 - 6 - PERMEABILIDADE DOS GRANITOS E DAS FORMAÇÕES SEDIMENTARES
 - 7 - ALTERAÇÃO DO REGIME DE ESCOAMENTO NA ZONA DO CAMPO ALEGRE
 - 8 - CAPTAÇÕES DESAPARECIDAS NA ÁREA DO POLO III E NA SUA ENVOLVENTE DE INFLUÊNCIA
 - 8.1 - CAPTAÇÕES AFECTADAS OU DESTRUÍDAS
 - 9 - INVENTÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA ÁREA DO POLO III E SUA ENVOLVENTE, SUSCEPTÍVEIS DE MOBILIZAÇÃO / VALORIZAÇÃO IMEDIATA OU QUASE IMEDIATA
 - 9.1 - MINAS NOS TERRENOS UNIVERSITÁRIOS
 - 9.2 - MINAS EXTERIORES AOS TERRENOS UNIVERSITÁRIOS
 - 10 - IMPACTE DAS NOVAS CONSTRUÇÕES UNIVERSITÁRIAS SOBRE A HIDROGEOLOGIA
 - 10.1 - FACULDADE DE LETRAS
 - 10.2 - FACULDADE DE ARQUITECTURA
 - 10.3 - EDIFÍCIOS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS
 - 11 - RECURSOS POTENCIAIS (OCULTOS OU NÃO APROVEITADOS)
- ANEXO

1. Introdução. Objectivos do trabalho

Por solicitação da Reitoria da Universidade do Porto, o **Departamento de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)** procedeu a um reconhecimento geológico e hidrogeológico nos terrenos do denominado *Polo III* que circundam as novas Faculdades de Letras, Ciências e Arquitectura, bem como o Estádio Universitário, na zona do Campo Alegre.

O objectivo principal deste reconhecimento releva da necessidade de aproveitamento de caudais de água emergentes com vista a estabelecer planos de rega de áreas ajardinadas que vão integrar o futuro *Polo III*, bem como da necessidade de localizar alvos possíveis para implementação de captações de águas subterrâneas por meio de furos.

Para atingir o objectivo definido à partida, houve necessidade de empreender os seguintes trabalhos de cariz genérico e preparatório, essenciais para a interpretação do regime de armazenamento e circulação de águas subterrâneas na área do *Polo III* e áreas envolventes:

1. Estudos de Fotointerpretação para detectar a fracturação regional.
2. Trabalhos de campo para levantamento geológico, incluindo a definição da rede de fracturação local e regional.
3. Tratamento estatístico dos valores de densidade de fracturação encontrados.
4. Interpretação de todos os resultados obtidos e elaboração de mapas resumo.

A estas acções seguiu-se um conjunto de diligências e trabalhos orientados para:

1. Localização de captações ainda activas (poços, minas, fontes) na área do *Polo III* e sua caracterização do triplo ponto de vista de:
 - estado de conservação
 - caudais emergentes
 - perspectivas de valorização / recuperação mediante intervenções pontuais tecnicamente não complexas e pouco onerosas
2. Identificação de mananciais que se sabe terem existido (e sido aproveitados) na zona envolvente do *Polo III* mas que, por imperiosas necessidades de drenagem ou outras razões, terão sido desviados para a rede camarária de águas pluviais. A finalidade

desta pesquisa consistia na avaliação das possibilidades de uma eventual recuperação e aproveitamento para reforço do abastecimento da área do *Polo III* em águas de rega.

3. Exame de captações particulares situadas na área envolvente do *Polo III* virada ao Rio Douro, com a finalidade de estabelecer possíveis relações de causalidade entre as alterações ocorridas em algumas destas captações e as intervenções urbanísticas (da alçada da U.P. ou de outras entidades) ocorridas durante as últimas duas dezenas de anos, em toda a zona abrangida por este estudo.

Os meios usados para a concretização do trabalho foram exclusivamente os existentes no **Departamento de Minas da FEUP**. A equipa de investigadores do Dep. Minas que efectuou o estudo pôde contar com a valiosa colaboração do Prof. Eurico Pereira, investigador principal do **Instituto Geológico Mineiro**, coordenador da Carta Geológica 1/200.000 (Folha 1) onde a região em estudo se encontra cartografada, e que é também professor convidado do Departamento de Minas.

2. Metodologia usada

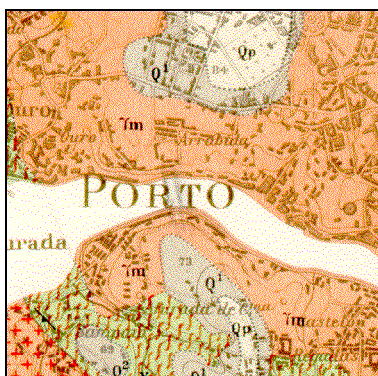
A metodologia implementada compreendeu o acompanhamento cerrado dos trabalhos de construção em curso na zona, nomeadamente as Faculdades de Letras, Ciências e Arquitectura, bem como a identificação e caracterização de todas as minas, poços e fontes existentes em toda a área. Esta fase desenrolou-se durante alguns anos, permitindo alguma quantificação do comportamento destes recursos hídricos ao longo do tempo, nomeadamente a influência das obras de construção civil sobre os mesmos. Em 1987 foi entregue um relatório prévio onde se dava conta de um primeiro inventário dos recursos hídricos existentes na área envolvente da nova Faculdade de Letras.

Para a elaboração de um modelo interpretativo do modo de circulação das águas subterrâneas da região, efectuaram-se estudos de carácter geológico, baseados em análises incidentes sobre a **Carta Geológica 9C** (Fig. 1), à escala 1/50.000, editada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1957, bem como sobre a **Carta Geológica de Portugal, Folha 1** (Fig. 2), à escala 1/200.000, editada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1989. Dados de levantamento de pormenor, da autoria do Doutor Eurico Pereira, e cedidos pelo mesmo, foram de grande utilidade para os nossos objectivos.

O estudo de pares de fotografias aéreas confirmou os dados já adquiridos permitindo, para além da caracterização do tipo de afloramentos existentes e suas relações espaciais, definir as principais redes de fracturação regional, possibilitando ainda a formulação de relações entre a topografia actual e as referidas redes de fracturação.

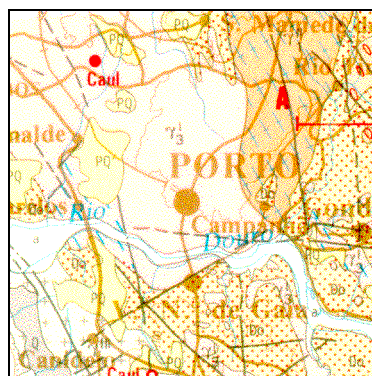
Com estas informações, os trabalhos de campo prosseguiram com um levantamento de pormenor, quer de fracturas e diaclases, quer de possíveis contactos entre formações geologicamente diferentes. Os valores de direcção e inclinação dos planos de fracturas e diaclases, recolhidos à bússola, foram tratados estatisticamente, em rede de projecção Schmidt, o que permitiu a definição das principais famílias daqueles acidentes geológicos.

Toda a informação recolhida faz parte do presente relatório.



Esc. 1/50 000

Fig.1



Esc. 1/200 000

Fig.2

3. Localização

A região estudada encontra-se representada na **Carta Militar de Portugal**, folha N°110 à escala 1/25.000, edição dos Serviços Cartográficos do Exército, e nas **Cartas Geológicas de Portugal** já referidas, edições dos Serviços Geológicos de Portugal.

A área pode considerar-se delimitada a Oeste e a Este, respectivamente pelos meridianos que passam pelo **Estádio Universitário** e pela **Rotunda da Boavista**, a Norte pela **Avenida da Boavista** e a Sul pelo **Rio Douro** (Fig.3).

As principais vias que servem a zona são a **Estrada Marginal do Rio Douro**, a **Rua do Campo Alegre**, a **Rua do Gólgota** e os acessos à **Ponte da Arrábida**.

Como base para a elaboração dos mapas-resumo realizados, foi usada uma ampliação da **Carta Militar** referida.

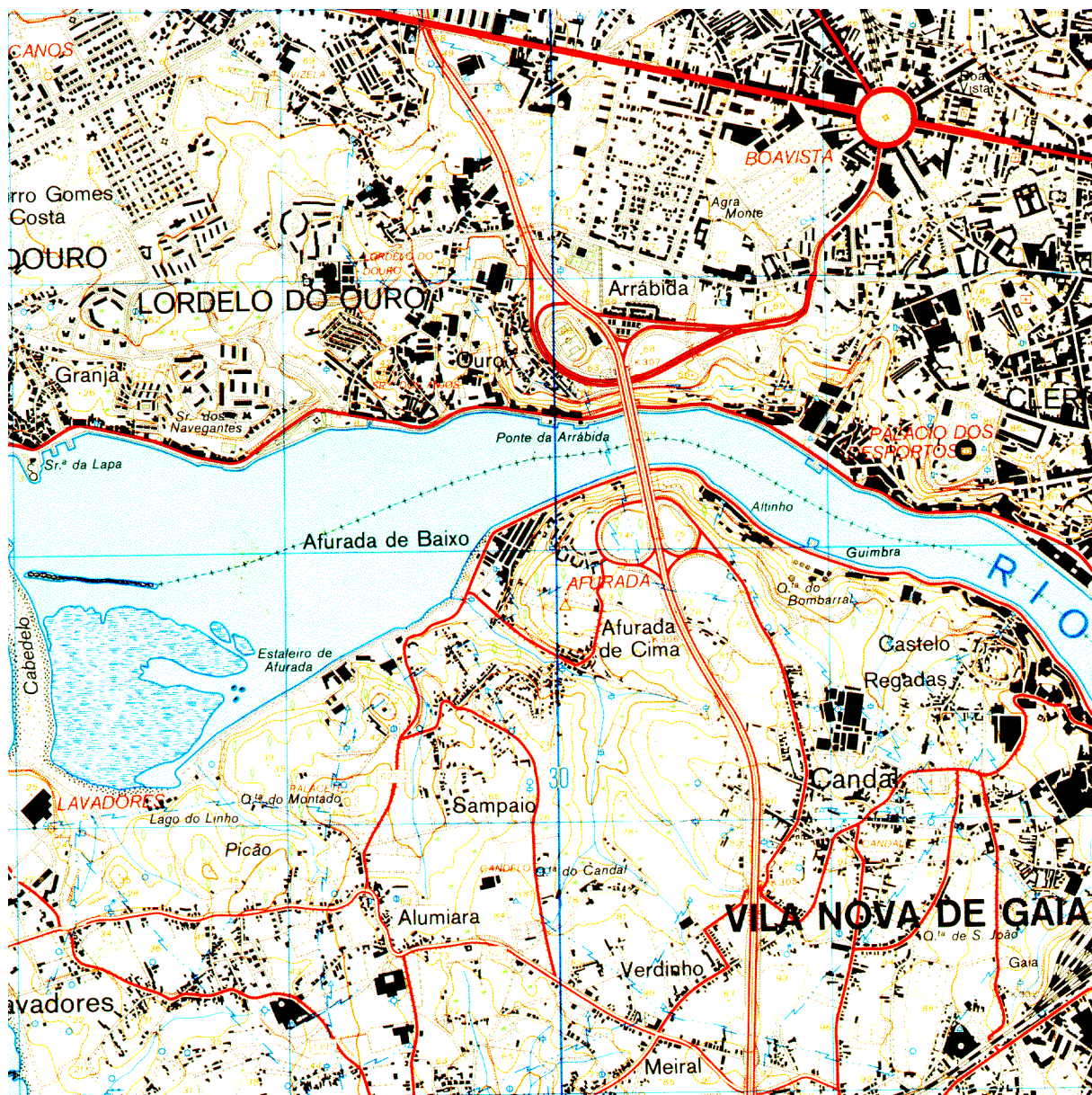


Fig.3

4. Enquadramento Geológico Geral

Morfológicamente, a região estudada, faz parte da vertente Norte do **Rio Douro**, cujo vale “rasga” uma larga plataforma que se estende desde norte até à zona do **Monte da Virgem**, no concelho de **Vila Nova de Gaia**. Toda esta plataforma desce suavemente para o mar.

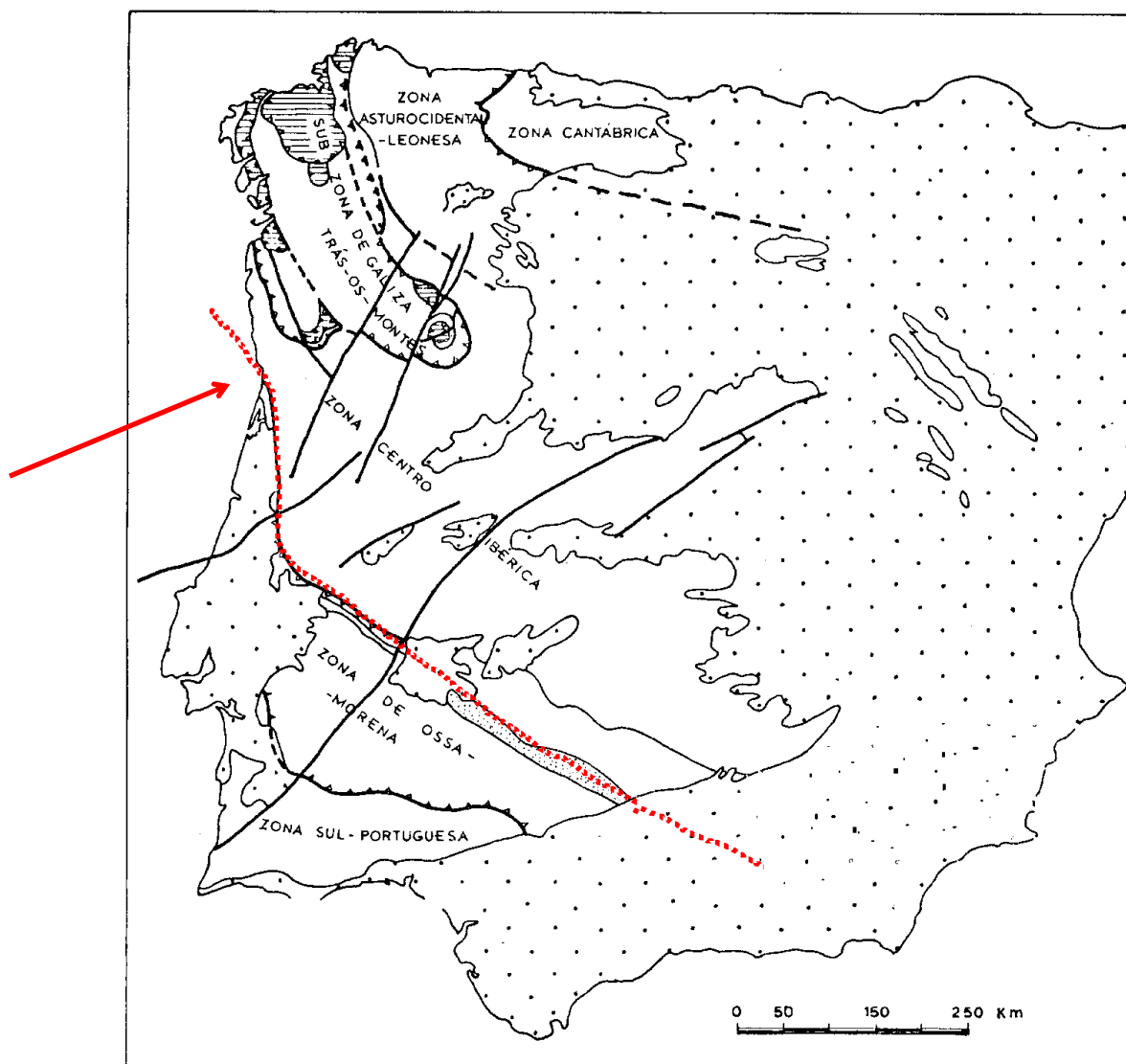
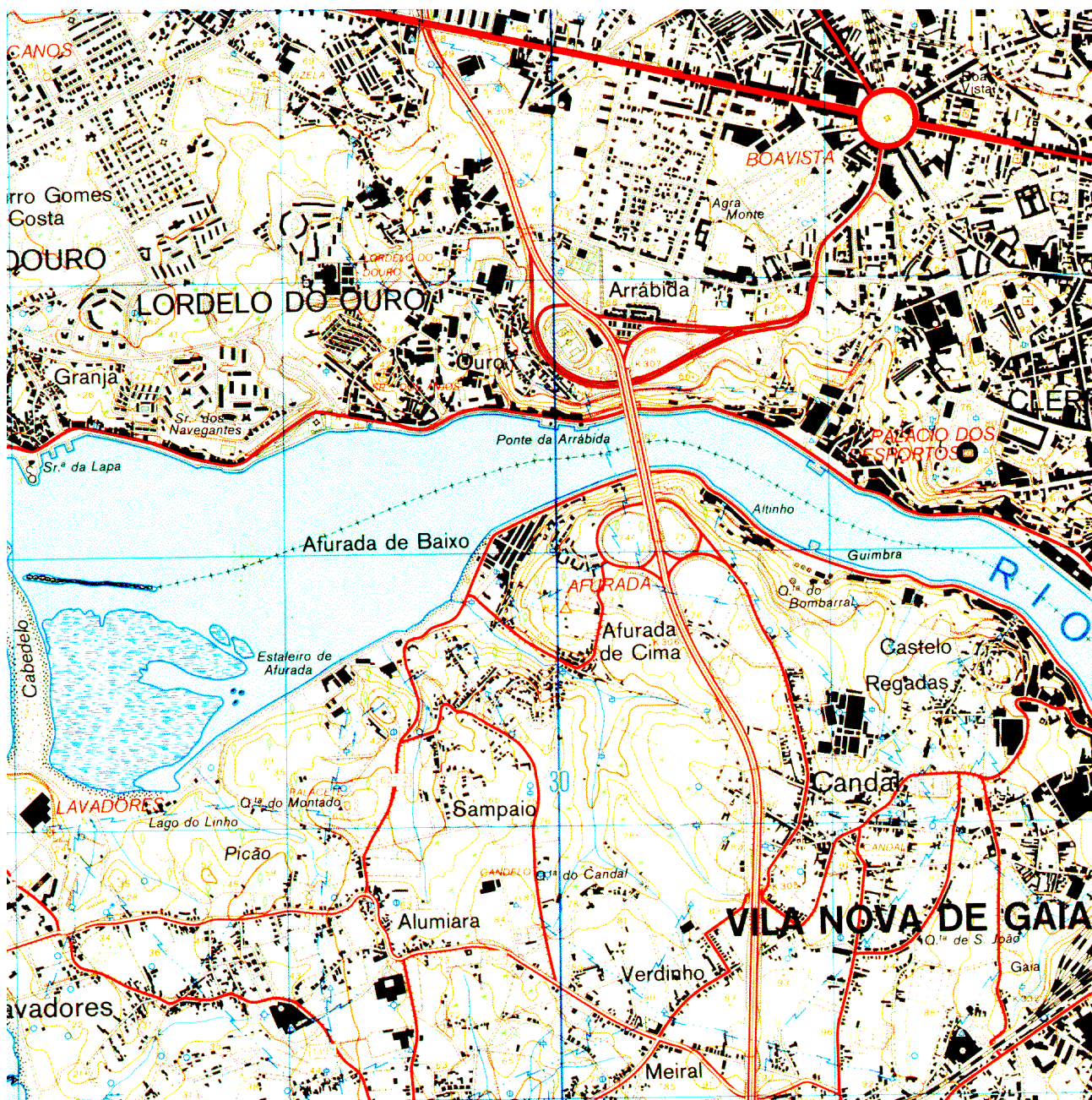


Fig. 4

À escala geológica regional, a área em estudo integra-se na Zona Centro-Ibérica (Z.C.I.), que corresponde a uma das regiões paleogeográficas da Península Ibérica. Geograficamente, encontramos-nos próximo da “*Sutura Porto - Tomar - Badajoz - Córdoba*”, que materializa o contacto entre a Z.C.I. e a Zona de Ossa Morena (Z.O.M.), mais a sul. Esta

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Esc. 1/25 000

Fig. 5

sutura corresponde, actualmente, à raiz de uma cadeia de montanhas que resultou da colisão de dois continentes, em períodos Pré-Câmbricos (Fig.4). Esta sutura passa junto à **Foz do**

Douro, aflorando rochas desta estrutura nas praias entre o **Castelo do Queijo** e a **Praia da Luz**.

Este “acidente” geológico é importante para o objectivo deste estudo, uma vez que é considerado activo durante longos períodos geológicos, sendo responsável pela densidade de fracturação dos maciços próximos, bem como pelo desenvolvimento dessas mesmas fracturas.

Como pode ser observado no levantamento geológico da Fig. 5 que abrange as duas margens do **Rio Douro**, na zona afloram rochas **Ígneas** (três tipos de granitos), **Metamórficas** (gneisses e micaxistos) e **Sedimentares**, estas formando terraços flúvio-marinhos de idade recente. Estas formações irão de seguida ser descritas sucintamente, aproveitando-se para simultaneamente as integrar no contexto geodinâmico da sua formação.

Do - Complexo Xisto-Grauváquico (C.X.G.) indiferenciado

O Complexo Xisto-Grauváquico corresponde a uma sequência de materiais sedimentares metamorfizados, de idade Câmbrica, originalmente depositados em regime turbidítico, numa bacia distensiva contemporânea das primeiras fases de um ciclo tectónico de

grandes dimensões que afectou os terrenos da Península Ibérica, a **Orogenia Hercínica**. Estes materiais podem ser associados aos resultantes do desmantelamento da cadeia de montanhas formada durante a colisão entre a Z.O.M e a Z.C.I referidas anteriormente. Ao conhecido Grupo do Douro corresponde uma sequência completa do C.X.G., descrita por Bernardo Sousa (1982), na região de **Pinhão - S. João da Pesqueira**.

A Orogenia Hercínica, que ocorreu entre o Devónico Médio (380 Ma) e Carbónico Superior (286 Ma), é responsável pelo fecho do oceano Rehic e também pela consequente colisão entre dois continentes. Evidências desta sutura podem ser observadas no contacto entre as duas zonas paleogeográficas

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	OROGENIA	Ma	IDADE dur.
QUATERNÁRIO	HOLOCÉNICO		ALPINA	00.1	1.8
				1.8	3.3
	PLISTOCÉNICO	PILOCÉNICO		5.1	17.4
		MIOCÉNICO		22.5	15.5
		OLIGOCÉNICO		38	16.9
MESOZOICO	PALEOGÉNICO	EOCÉNICO		54.9	10.1
		PALEOCÉNICO		65	35
				100	41
	CRETÁCICO	SUPERIOR		141	22
		INFERIOR		163	13
	JURÁSSICO	MALM		178	19
		DOGGER		185	19
		LIAS		214	12
	TRIÁSSICO	SUPERIOR		226	4
		MÉDIO		230	21
PALEOZOICO	PÉRMICO	INFERIOR	HERCÍNICA	281	28
		SUPERIOR		286	45
				325	20
	CARBÓNICO	SUPERIOR		345	15
		INFERIOR		380	10
		MÉDIO		370	25
	DEVÓNICO	SUPERIOR	CALEDONÍDICA	385	28
		INFERIOR		423	12
		MÉDIO		435	15
	SILÚRICO	SUPERIOR		450	55
		INFERIOR		505	10
		MÉDIO		515	25
PRÉ-CAMBRIANO	ALGONQUICO	SUPERIOR	HURONICA	540	30
		INFERIOR		570	1030
		MÉDIO		1800	1000
	ARCAICO			2800	1.

Fig. 6

denominadas de Zona de Ossa Morena e Zona Sul Portuguesa (Fig. 4).

Com o desenrolar da Orogenia Hercínica, os terrenos do C.X.G. foram metamorfizados em diferentes graus, mas é ainda possível, em muitos lugares, determinar a sequência estratigráfica original. Noutros terrenos, o grau de metamorfismo foi demasiado elevado, tendo-se atingido estágios próximos, mas anteriores, à fusão, sendo o resultado a existência de gneisses e migmatitos.

Estes são os terrenos mais antigos na zona, encontrando-se cartografados a Oeste do *Polo III*.

γ^f - Granito da Arrábida - fácies muscovítico/biotítico de grão médio

γ^m - Granito da Boavista - fácies muscovítico/biotítico de grão fino a médio

$\gamma_{\pi g}$ - Granito de Lavadores - fácies biotítico porfiróide

A análise da formação dos granitos existentes em Portugal deve também ser efectuada numa perspectiva geodinâmica. A Orogenia Hercínica é caracterizada por uma colisão que prevê, simultaneamente, a existência de fenómenos de subducção e obducção para leste, a partir do Devónico Médio.

O processo de obducção gerou o empilhamento de mantos de carreamento e o consequente espessamento crustal (num mínimo de 5 Km) verificado durante a 2ª e 3ª Fase (F_2 e F_3) da Orogenia. Daqui resulta uma inversão da tensão máxima que passou de horizontal, característica dos ambientes colisionais, a vertical. Este facto tem como consequência o desenvolvimento de um regime distensivo que é o responsável pelo aparecimento de falhas normais. A este intervalo de tempo corresponde também o início da ascensão dos granitóides profundos, por um fenómeno denominado de “telescopagem”, ou seja, os granitóides intrudem em um corpo granítico anterior.

Em relação com a subducção, é suposta a geração de magmas básicos de várias origens, profundos, com ascensão e instalação comandadas pela dinâmica global, aproveitando os grandes lineamentos estruturais hercínicos e ante-hercínicos. Estes magmas, que estarão na origem do fluxo térmico responsável pelo metamorfismo regional, ao ascenderem, modificam as isogeotermas, induzem fusão crustal em larga escala, hibridizam-se e diferenciam-se. Apesar da complexidade do processo, o modelo prevê a existência de dois grandes grupos de granitos: uns de duas micas, ligados essencialmente ao processo de fusão

crustal e outros, com plagioclase cálcica e seus diferenciados, mais profundos e de complexa origem e evolução.

De uma forma resumida, indicam-se de seguida (Fig. 7) os diferentes grupos e séries presentes classificados numa dupla perspectiva orogénica e temporal, vindo o tempo de instalação referenciado às fases principais de deformação.

Pré-orogénicos		
Sin-orogénicos	ante F ₃	granitos de duas micas ou biotíticos com restites
	sin F ₃	granitóides biotíticos com plagioclase cálcica e seus diferenciados
		granitos de duas micas ou biotíticos com restites
Tardi a pós-orogénicos (biotíticos com plagioclase cálcica)		

Fig. 7

Os granitóides de duas micas, γ^f e γ^m , foram produzidos no início da colisão naquela que é definida como a Fase 3 da Orogenia (F_3). Por isso são considerados Sin-Tectónicos (Sin F_3). São os granitos mais abundantes na região do *Polo III*. O granito porfiróide biotítico, aflorante na margem Sul do **Douro**, conhecido por granito de **Lavadores**, γ_{pg} , instalou-se em fases posteriores à Orogenia (Pós F_3) durante aquilo que é usualmente descrito como a fase de relaxação do Orógeno. Este granito não apresenta qualquer tipo de lineação nem orientação dos seus fenocristais em virtude de, aquando da sua instalação, já não existirem tensões compressivas importantes.

Na maioria dos orógenos é normal verificar-se a reactivação de fracturas anteriores por sujeição a um novo regime de tensões, por vezes diferente daquele que gerou a primitiva fracturação.

A tensão máxima nas fases iniciais da Orogenia Hercínica teve orientação NE - SW. Esta tensão originou fracturação dúctil-frágil NW - SE e ENE - WSW, além de fendas de tracção NE - SW e NNE - SSW. Posteriormente à instalação dos principais corpos granitóides, e nomeadamente dos que afloram na região estudada, o campo sofreu acentuada

rotação, com a tensão máxima próxima de N - S. As fracturas anteriormente geradas são então retomadas, e passam a desligamentos frágeis (o orógeno está mais frio) compatíveis com o novo campo de tensões. Assim, no quadrante oeste temos fracturação dextra e no quadrante leste, essencialmente, senestre. O sistema frágil NNE - SSW, senestre, atinge nesta fase, grandes proporções. Este facto é, naturalmente, de grande relevância para os nossos objectivos.

Mais recentemente, em tectónica considerada Plio - Quaternária (5.1 Ma até à actualidade), registam-se fracturações crustais de direcção N - S e ENE - WSW, que têm comportamento de abatimento em “*graben*” e “*semi graben*”. O exemplo mais claro deste tipo de estruturas é constituído pelo “*graben*” N - S de **Valença - Porrinho**, com o qual se podem correlacionar as fracturas da zona em estudo com idêntica direcção, assim como na zona offshore de **Aveiro** no conhecido “*graben*” de **Aveiro**.

A “acidente” já referida como “***Sutura Porto - Tomar - Badajoz - Córdoba***” rejoga, em tempos geológicos recentes, com movimento dextro de direcção NW, evidenciando o carácter distensivo da fracturas de NE.

Podemos considerar que os terrenos estudados foram e continuam a ser afectados por aquele acidente tectónico.

Q1, Q2 e Q3 - Terraços Flúvio-Marinheiros

Na zona estudada encontram-se alguns terraços deixados quer pelo **Rio Douro**, quer pelo mar. Existem indícios de que o mar, no final do Cenozóico, cobria grande parte do território portuense e que o litoral se situava bastante para o interior. Por recuos sucessivos, o nível do oceano foi descendo, deixando depósitos de praias antigas, o que nos permite inferir as diversas posições que este ocupou. Com este movimento regressivo a linha de costa foi transferida para uma posição bastante para ocidente da original.

Foi nessa altura que o **Douro** escavou profundamente o seu leito, abandonando depósitos importantes em plataformas horizontais (a Figura 8, correspondente a um pequeno afloramento visível nas traseiras do cemitério de Agramonte, mostra o tipo de materiais integrantes desses depósitos).

Relativamente às praias antigas, estas são evidenciadas também por terraços caracterizados por materiais com um grau de arredondamento superior aos existentes em terraços do rio.



Naturalmente que este facto estará relacionado com o maior grau de trabalho de desgaste produzido pelos efeitos de onda de costa, inexistentes nos regimes unidireccionais de transporte fluvial.

Actualmente, a linha de costa está num processo de avanço para o interior do continente provocado pelos movimentos transgressivos do mar.

Com a referência **Q1** é definido o depósitos

Fig. 8 fluvial da **Boavista** com nível entre os 80 e os 90 metros de cota< relativamente ao nível médio da água do mar. Como será referido, este terraço, dadas as suas características como rocha armazém para a água, desempenha um papel importante na recarga dos aquíferos da zona.

5. Levantamento de diaclases e fracturas

Com o objectivo de estudar a abundância relativa de família de diaclases e falhas que afectam os granitos da região, efectuou-se um levantamento das direcções e inclinações de planos observados em afloramentos não alterados. Estes afloramentos correspondem aos encontrados na **Rua D. Pedro V**, na encosta Norte da **Ponte da Arrábida** e na **Rua da Mocidade da Arrábida** (Fig. 10) A respectiva representação de densidade de polos (linhas perpendiculares aos planos) em projecção estereográfica, na Rede de **Schmidt** ou de igual área, mostra a existência de 4 famílias de planos (Fig.9):

- a - N 5 E - Sub-vertical;
- b - N 30 E - 70 WNW;
- c - N 85 E - Sub-vertical;
- d - N 65 W - 80 SSW a sub-vertical.

Foram ainda detectadas algumas fracturas sub-horizontais associadas a fenómenos localizados de descompressão das rochas ígneas.

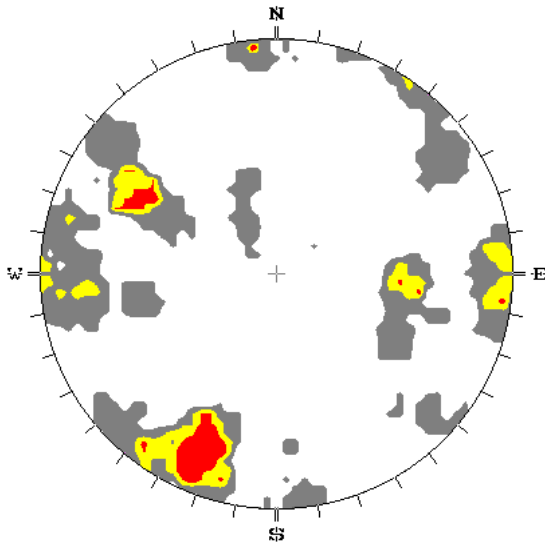


Fig. 9



Rua da Mocidade da Arrábida

Fig. 10

Com base em todos os dados atrás referidos, podemos construir um primeiro modelo estrutural da zona em estudo.

Assim, como é possível observar no bloco-diagrama da Fig. 11 e na cartografia geológica da Fig. 12, a mancha granítica da **Arrábida** encontra-se afectada por determinadas fracturas regionais bem desenvolvidas que condicionam a topografia local, sendo de admitir a interligação entre estas por intermédio das famílias de fracturas definidas em projecção estereográfica.

O contacto entre o terraço da **Boavista** e o granito da **Arrábida**, desenvolve-se em flagrante paralelismo com a **Rua do Campo Alegre**, delimitando a bacia de recarga e alimentação em água das fracturas que afectam todo o maciço.

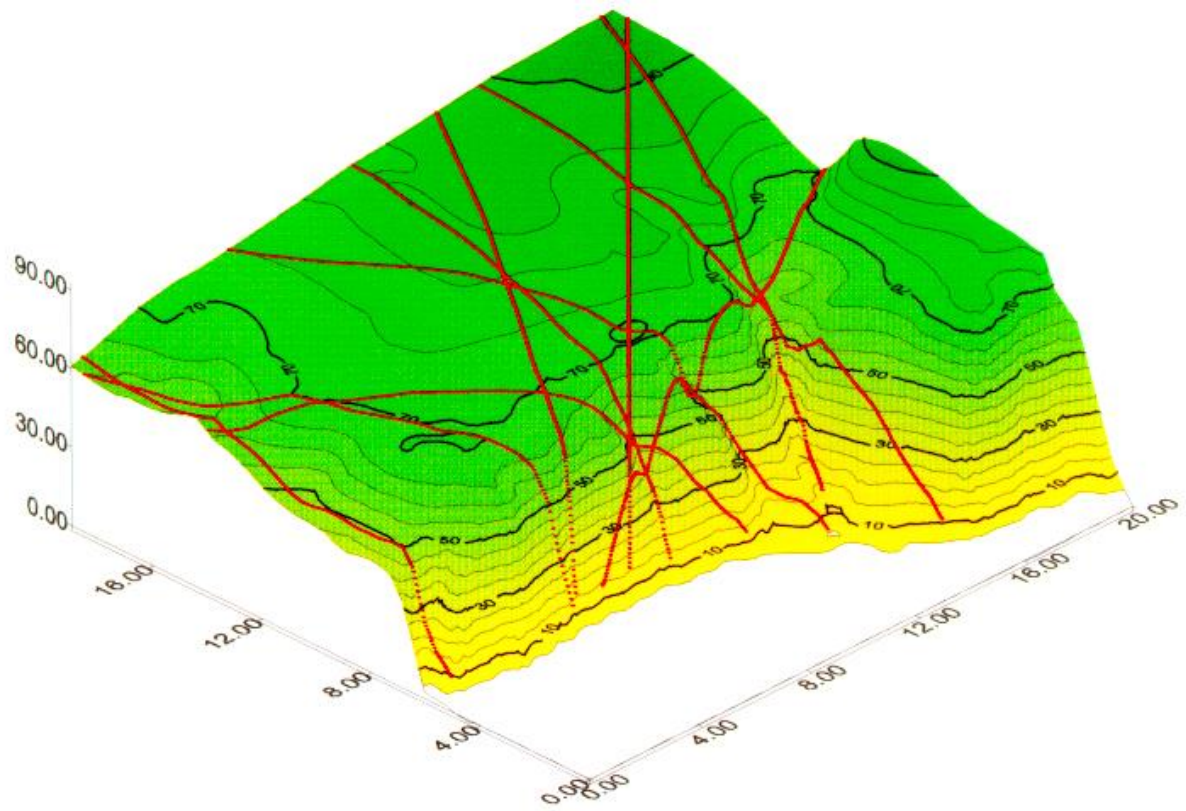
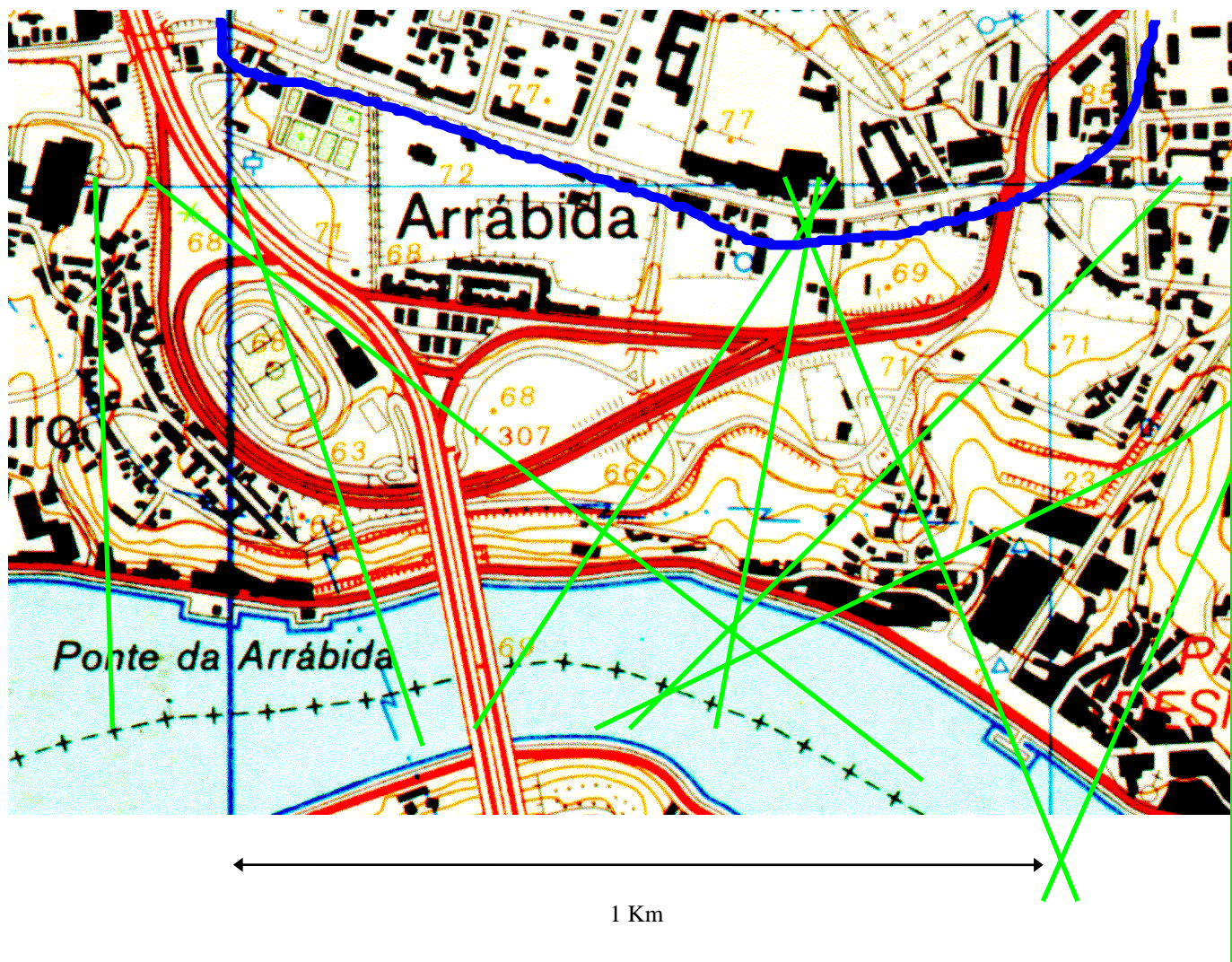


Fig. 11

GEOLOGIA LOCAL



Fracturas regionais inferidas por observação de fotografia aérea e/ou levantamentos de campo

Limite entre o Terraço de nível entre os 80 e os 90m - Q1 e o Granito da Arrábida γ^f

Fig. 12

Não vislumbramos, contudo, qualquer possível relação de intencionalidade e dependência entre o andamento que veio a ser conferido à **Rua do Campo Alegre** e a natureza das formações rochosas sobre (e ao longo) das quais a Rua se desenvolve, salvo uma hipotética configuração topográfica primitiva que, quiçá marcando sensivelmente “em nível” a transição entre formações sedimentares (terraços **Q1**) e as formações ígneas do soco (granitos), induzisse o natural desenvolvimento da Rua com a configuração que hoje possui.

Seja qual for a origem histórica desta coincidência de alinhamentos entre o eixo geral da Rua e a bordadura dos terraços (Fig. 12), importa desde já que para ela chamemos a atenção porquanto neste facto radica, em muito larga medida, a profunda alteração hidrogeológica que a área em estudo sofreu até aos nossos dias (e continuará sem dúvida a sofrer em dias vindouros), à medida que se desenrola o impacte urbanístico que sobre a zona tem incidido e continuará a incidir (Fig. 13).

Para que o sentido último destas asserções venha a tornar-se perfeitamente claro, impõe-se que algumas breves considerações sejam expendidas sobre permeabilidade dos terrenos, na generalidade, e, em particular, sobre a permeabilidade dos terrenos cujo estudo ora nos ocupa.



Fig. 13

6. Permeabilidade dos granitos e das formações sedimentares

As rochas eruptivas (caso típico, os granitos) são pouco permeáveis, especialmente quando não decompostas. Consequentemente, a maior parte da água que sobre elas precipita não se infiltra, escorrendo superficialmente e/ou sofrendo evaporação.

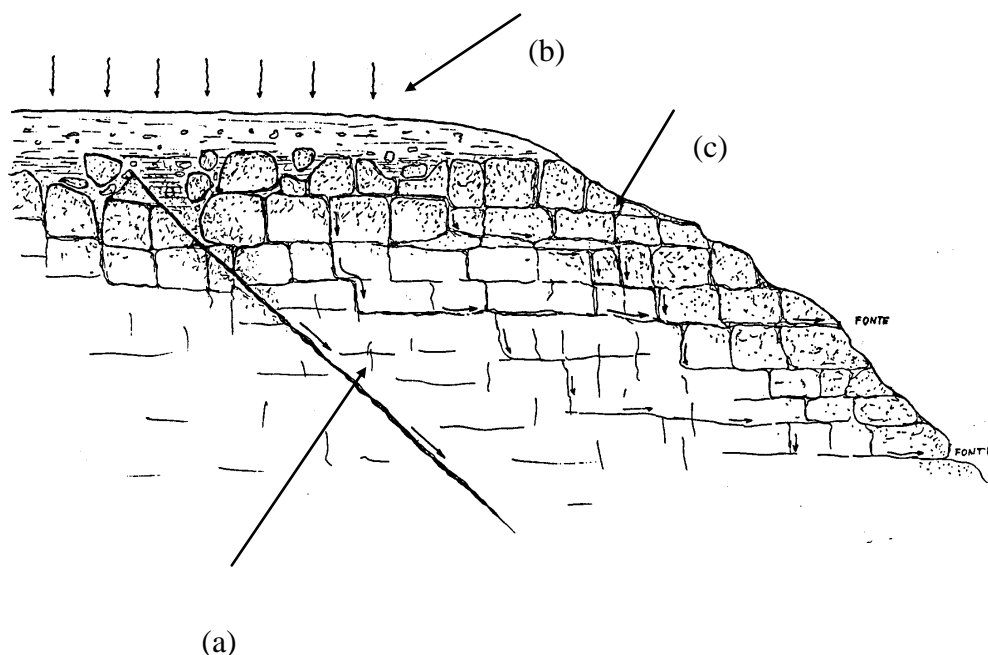


Fig. 14

Para que a infiltração ocorra, é imprescindível a existência de fendas nos maciços, ao longo das quais a água se instale e circule, deste modo diminuindo as quantidades de água escoada e evaporada (Fig. 14). Quando houver fracturas importantes (a) cruzando os maciços, em conjugação com redes de fissuras relativamente densas em profundidade e, sobretudo, em associação com uma zona de decomposição superficial de razoável possança, (b) pode tornar-se substancial a quantidade de água infiltrada comparativamente à fracção que escorre à superfície e que se evapora.



Fig. 15

A água poderá então preencher a quase totalidade da rede de fendas (diaclasses: descontinuidades originadas pelas compressões orogénicas, em resultado das quais o maciço se decompõe em blocos grosseiramente paralelepípedicos; leptoclases: superfícies de disjunção resultantes da contracção associada ao arrefecimento dos maciços; e fracturas de descompressão, geralmente sub-horizontais, originadas pela redução da pressão estática associada à remoção - por efeito da erosão - das zonas superiores dos maciços), fendas estas ao longo das quais

a circulação se opera por simples acção da gravidade. Deve notar-se que é escassa (em maciços graníticos) a possibilidade de que, por reacções químicas originando dissolução dos minerais constituintes da rocha, o volume de vazios e possança das fissuras aumente progressiva e significativamente no tempo (Fig. 15); por outro lado, em virtude da própria génese das referidas fracturas, a densidade espacial, a importância e o interesse destas (enquanto vias de escoamento de água) decresce rapidamente com a profundidade.

Consequentemente, a penetração da água neste tipo de formações rochosas resulta circunscrita a faixas bastante superficiais dos maciços (zona (c), Fig. 14), neste sentido de que a fronteira interna de tais faixas se desenvolve habitualmente em grande concordância com a superfície topográfica, acompanhando-a a uma distância média que é, em geral, muito menos relevante do que se crê; a circulação da água, por seu lado, processa-se de um modo espacialmente descontínuo (isto é, não abrangendo a totalidade da fracturação existente na massa rochosa) e efectua-se - face à ausência de porosidade - apenas ao longo de algumas das superfícies externas dos blocos aproximada e grosseiramente paralelepípedicos resultantes dos fenómenos de rotura e disjunção atrás refridos.

Não é legítimo, portanto, falar-se em “lençóis de água” para caracterizar os aquíferos de maciços graníticos, mas mais propriamente em veios líquidos cujas estrutura e real extensão são, no âmago desses maciços, perfeitamente imprevisíveis “a priori”. Esta verdade intuitiva é claramente evidenciada pelo facto de, em encostas ou taludes que seccionam este tipo de aquíferos a água não manar em lâmina mas sim pontualmente (fontes de maior ou menor débito) (Fig.16) e pelo facto de as minas por meio das quais se procura frequentemente valorizar estes recursos não possuírem traçado (nem sequer) aproximadamente rectilíneo, mas antes caracterizado ora por sinuosidades com desenvolvimento mais ou menos longo, ora por bruscas inflexões, ora ainda pela presença de divertículos laterais sensivelmente normais ao eixo das minas.

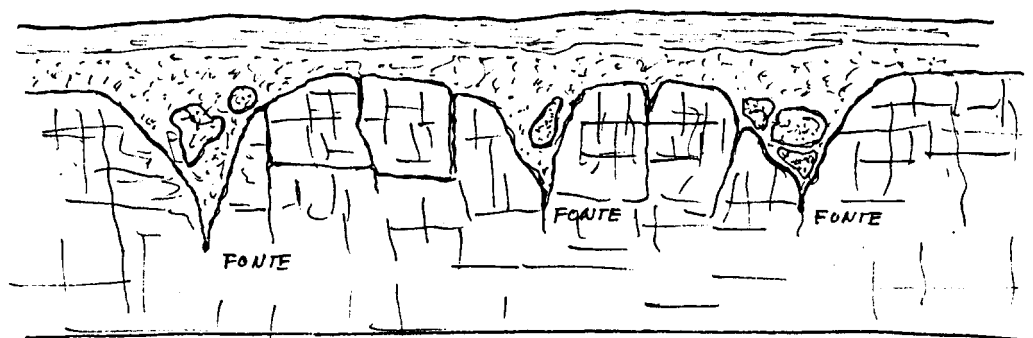


Fig.16

Não fogem a estas regras as minas por nós estudadas, o que apenas denuncia a preocupação dos mineiros em “não perderem o veio” ao empreenderem o avanço no interior de um maciço onde de antemão (e por experiência acumulada) sabiam que poderiam operar apenas por tentativas cuidadosas face aos “caprichos” do percurso das águas.

O maciço por nós estudado revela a existência de algumas falhas importantes - fracturas regionais, detectadas por fotogeologia e com andamento confirmado (quando possível, face à ausência de recobrimentos superficiais) por inspecção directa dos terrenos - em cujas vizinhanças relativamente próximas se situa a maior parte das captações (minas, poços) ainda activas ou exauridas em consequência de numerosas intervenções urbanísticas ocorridas a montante (Fig. 13).

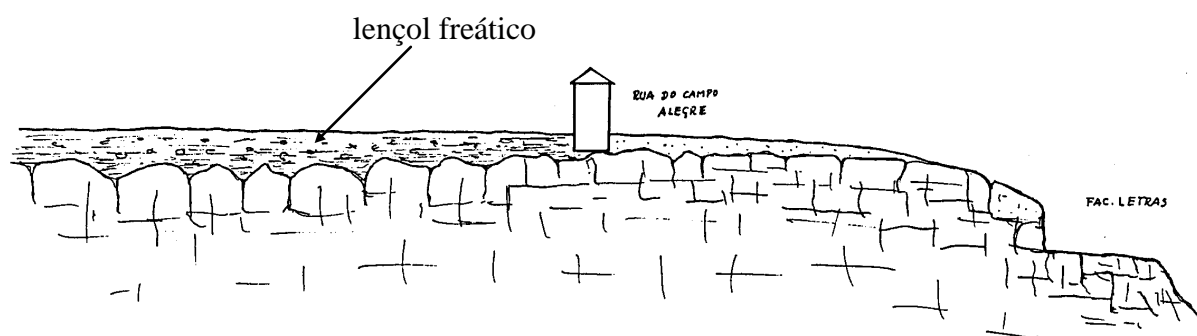


Fig. 17

Esta concentração das fontes junto das grandes falhas (embora não em exacta coincidência com estas), faz suspeitar da existência de inúmeras falhas subsidiárias (não cartografadas) que terão vindo, essas sim, a determinar a localização das minas e poços identificados.

^{Terracos Q1}
É indubitável que as falhas regionais controlam a geomorfologia da área em estudo (Fig. 11), assentando esta inferência quer na orientação quer na forma de alguns vales profundos - “talwegs” - que rasgam a calote granítica (encosta) da margem direita do **Rio Douro**; a estas falhas e também às subsidiárias (mais difíceis de detectar, já pelo seu menor desenvolvimento, já pelo facto de se encontrarem ocultas por terrenos de recobrimento ou por

utilidades diversas devidas à intervenção humana) estão inequivocamente associadas as fontes de cujo aproveitamento e valorização resultaram as minas estudadas.

É evidente que estas falhas - principais e subsidiárias - assumem, mesmo que suturadas ou possuindo caixas de possança nula ou pouco significativa, uma enorme importância hidrogeológica, por constituírem caminhos privilegiados para potencial ou efectiva circulação de águas através de zonas profundas do maciço granítico. Ao longo destas falhas, a circulação pode caracterizar-se por grandes caudais, contrariamente ao que geralmente sucede ao longo das superfícies de compartimentação das zonas alteradas do maciço (rede de fissurações superficiais mais ou menos abertas atrás descritas).

Em formações sedimentares (exemplo típico, no caso vertente: os terraços **Q1**) mais ou menos incoerentes e no topo de formações graníticas a elas subjacentes que tenham sofrido processo mais ou menos intenso de desagregação / alteração (apodrecimento do granito), a abundância de vazios e espaços intergranulares propicia a retenção da água precipitada à superfície. A água desce por gravidade e, por acumulação sobre a parte não alterada do maciço granítico (bed-rock) e seguidamente no interior dos sedimentos sobrejacentes, vem a preencher totalmente os espaços livres (permeabilidade intergranular). Se a rocha sã for suficientemente desprovida de permeabilidade “em grande” (permeabilidade através de fissuração) ou não recortada por grandes falhas, o escoamento subterrâneo das águas processar-se-á a um ritmo inferior ao da sua afluência a partir da superfície, ficando em grande parte temporariamente armazenada nas formações permeáveis (sedimentos não consolidados superficiais e topos alterados das calotes graníticas): conjugam-se deste modo as condições propiciadoras da formação de verdadeiros lençóis freáticos (“lençóis de água”).

Esta caracterização genérica do modo de circulação / armazenamento de água em formações graníticas e sedimentares é transponível “ipsis verbis” para a área em estudo (Fig. 17): as águas que se infiltram e armazenam maioritariamente nos terraços **Q1**, nomeadamente o da Boavista, eram primitivamente captadas em poços (ou, num caso pelo menos, por meio de estruturas hidráulicas constituídas por combinação de poços interligados por minas) localizados ao longo e a Sul da corda definida pela **Rua do Campo Alegre** (troço entre as instalações da C.C.R.N. e o extremo Poente do **Jardim Botânico**; ou ressurgiam (ainda ressurgem, nalguns casos) em pontos que salpicam irregularmente parte da encosta que forma a margem direita do **Rio Douro**, sendo aí o seu aproveitamento realizado por meio das minas cujo estudo constitui objectivo parcial deste trabalho.

No primeiro caso - poços ao longo da **Rua do Campo Alegre**, a afluência da água a tais captações processava-se por simples percolação através dos sedimentos constituintes do terraço; no segundo caso - minas e poços de encosta - a água emergia (ou emerge ainda) após ter efectuado trajectos mais longos, não muito profundos na maioria dos casos, mas necessariamente sinuosos ao longo das fissuras e da massa alterada do maciço granítico subjacente ao terraço - armazém.

7. Alterações no regime de escoamento na zona do Campo Alegre

Feita esta caracterização genérica - que apesar do seu cariz algo didáctico de modo algum se nos afigura dispicienda - voltemos ao problema da **Rua do Campo Alegre** e das profundas alterações que toda a zona envolvente sofreu em curto espaço de tempo.

Há pouco mais de quatro dezenas de anos, ainda a zona do **Campo Alegre** consistia essencialmente e apenas em terrenos agrícolas entremeados com manchas de bosque e jardins envolvendo raras casas de lavoura e residências apalaçadas (**Casa Primo Madeira, Casa Burmeister, Quinta dos Ingleses, Quinta do Póvoa**, etc.), cruzada por quelhas e poucas ruas de traçado bastante irregular e de que remanescem vestígios físicos e toponímicos (**Rua do Golgota, Rua da Boa Viagem**).

A **Rua do Campo Alegre** estendia-se perpendicularmente àquelas, estreita e pouco edificada na maior parte da sua extensão. Apenas na zona do actual cruzamento do **Campo Alegre** a ocupação urbana assumia maior expressão, existindo aí núcleos de residências e bairros modestos (de que sobrevivem vestígios nas traseiras dos grandes prédios actuais) habitados por agricultores e sobretudo por operários de uma desaparecida indústria que ostentava a curiosa denominação popular de Fábrica “**do Arranca**”.

Importa salientar os seguintes aspectos do padrão de ocupação urbana da zona: esta caracterizava-se pela baixa densidade e pela dispersão dos focos habitacionais, consistindo as edificações em núcleos ou alinhamentos de habitações de um ou dois pisos, na sua quase totalidade desprovidas de caves.

Dito de outro modo, posta a ausência - por desnecessárias e por razões funcionais e económicas - de grandes fundações, os edifícios praticamente “pousavam” (na quase totalidade) sobre o terreno, deste modo raramente interferindo na livre circulação subterrânea, em direcção ao **Rio Douro** e numa direcção normal a esta (os terraços **Q1** têm pendor geral na

direcção Poente) das águas de precipitação infiltradas e armazenadas nos terraços que se desenvolvem a Norte do eixo geral definido pela **Rua do Campo Alegre** (terraço da **Boavista**).

A intercepção de águas subterrâneas, quando ocorria, caracterizava-se por uma intencionalidade perfeitamente assumida e decorrente de necessidades inescapáveis: traduzia-se na abertura de poços pouco profundos (mas bastante produtivos, dada a razoável cota do nível freático então existente) de onde os moradores recolhiam a água para múltiplas finalidades domésticas, agrícolas e pecuárias.

Nos terrenos onde está implantado o edifício da **Aliança Seguradora** (Fig. 18) existia uma fonte com abundante caudal de água potável, fonte esta que veio a estar na origem de delicados problemas de drenagem aquando da abertura dos caboucos (bastante profundos) daquele edifício.

Não é por mero propósito de exemplificação que referimos explicitamente o caso deste grande edifício; é que - quer pelo tipo de problemas então suscitados pela presença das águas nos alicerces, quer pelo tipo de solução que para esses problemas foi encontrada (recollecção exaustiva das águas e seu encaminhamento directo para a rede de águas pluviais) - constitui um paradigma do tipo de perturbação que, do ponto de vista hidrogeológico, veio a decorrer da transformação sofrida pela **Rua do Campo Alegre** e pela sua área envolvente Norte. E esta transformação, que com este edifício praticamente se iniciou, prossegue com carácter de inelutabilidade que obviamente nada de bom augura quanto ao futuro da maioria das captações existentes na área por nós estudada.



Fig. 18

É que todos os edifícios que do lado Norte da **Rua do Campo Alegre** têm vindo desde então a ser construídos consistem em grandes blocos de habitações ou polivalentes, dotados de caves e (em não poucos casos) de sub-caves. É transparente que edifícios tão profundamente encastrados nos terrenos, sucedendo-se (em extensos troços da Rua) com raras soluções de continuidade lateral, formam uma verdadeira cortina de betão, uma barragem que impede a passagem das águas armazenadas nos terraços a Norte dessa cortina urbana (Fig. 17).

A acrescentar ao mero efeito de barragem, juntem-se as acções de drenagem cuidadosa e deliberada que, logicamente, os construtores jamais deixam de implementar (mormente quando interceptam veios de água) com vista a tentar evitar infiltrações nas caves dos edifícios; e junte-se ainda - para além da redução da área de infiltração associada à simples implantação de um grande edifício - o efeito de impermeabilização decorrente de todo o tipo de pavimentações com finalidades diversas operadas sobre os terrenos imediatamente envolventes desses mesmos edifícios.

O resultado não poderia ser outro senão o que actualmente se observa:

- I. Abatimento de caudais em inúmeros poços situados nos terrenos a Sul da Rua do **Campo Alegre**;
- II. Extinção total de não poucas das captações que antes serviam generosa e abundantemente as quintas e espaços verdes a que atrás aludimos;
- III. Perturbações em captações localizadas em zonas tão longinquas como as da base da encosta virada ao **Douro** (freguesia de **Massarelos**) e em núcleos habitados situados a Sul da nova Faculdade de Letras.

Outro dos grandes factores responsáveis pela descaracterização da hidrogeologia primitiva da área em estudo e também por profundas roturas na antiga malha urbana da zona do **Campo Alegre** (mais propriamente, da zona do cruzamento do **Campo Alegre**) consistiu no rompimento das vias de acesso à auto-estrada e ao Estado Universitário. Obra que no tempo precedeu largamente a explosão urbanística que em toda a corda do **Campo Alegre** actualmente se regista, a ela é imputável um efeito de intercepção e drenagem imediata de águas subterrâneas, cuja passou a processar-se ao longo dos taludes resultantes dos desaterros exigidos pelo lançamento dos sobreditos acessos. A este assunto voltaremos oportunamente com outro desenvolvimento; mas cabe aqui e agora referir, embora de passagem e como mero exemplo, que os problemas que afectam hoje (e neutralizaram temporariamente) a mina que abastece a antiga Faculdade de Arquitectura (**Quinta do Póvoa**) relevam directamente do entupimento do aqueduto em forma de U que, passando sob a trincheira constituída pelo acesso da auto-estrada ao cruzamento do **Campo Alegre**, refazia a ligação entre o lado Norte da cerca da Faculdade de Arquitectura e a mina que lhe fica fronteira (com abertura no talude oposto), desenvolvendo-se na direcção da **Rua do Golgota**; e mencionar ainda que o rebaixamento drástico de nível freático (em termos de permeabilidade por fissuração) originado pelos rasgões feitos no terreno para abertura daquele acesso foi a causa directa e enequivoca do abatimento quase total de duas minas - em tempos muito produtivas - que se desenvolviam, com orientação Norte, no local onde recentemente viriam a ser implantados os edifícios da nova Faculdade de Arquitectura.

8. Captações desaparecidas na área do *Polo III* e na sua envolvente de influência.

Por efeito dos dois grandes factores de perturbação que atrás referimos, a saber:

- Desenvolvimento de uma barreira de betão praticamente contínua na bordadura da bacia de alimentação (terraço da **Boavista**) da área em estudo (cortina urbana); e / ou
- Desaterros paralelos a essa bordadura exigidos pela abertura das vias de acesso à auto-estrada.

numerosas captações localizadas fora e dentro dos terrenos universitários sofreram destruição pura e simples ou

- neutralização (parcial ou total) por desvio das águas para a rede pública de águas pluviais;
- intersecção parcial, com redução dos primitivos caudais a simples “bicas” não merecedoras de qualquer aproveitamento;
- contaminação por águas negras de esgoto com proveniência incerta e hoje praticamente impossível de determinar, o que veio a impor a sua desactivação por entulhamento e/ou ligação directa à rede de esgotos.

Apresentamos mais adiante uma relação de captações cujo destino foi o atrás indicado. Não a pretendemos exaustiva, até porque da localização e reais características de algumas dessas captações restam hoje apenas imprecisas reminiscências na memória de idosos ex-moradores dos primitivos bairros e pequenos núcleos urbanos e de antigos caseiros das quintas que foram sendo devoradas pelo avanço urbanístico; mas, mesmo incompleta, ainda assim nos parece útil, já como elemento ilustrativo e corroborante das afirmações atrás aduzidas já porque evidencia o facto seguinte: vem a ser a Universidade a principal vítima das alterações incidentes no regime hidrogeológico da área estudada; e, uma vez que, por um lado não existem cartas hidrogeológicas que representem o estado primitivo da zona do *Polo III* e da sua área envolvente Norte e, por outro lado, grande parte das transformações perturbadoras ocorreu antes de os terrenos integrantes do *Polo III* terem passado à posse da Universidade, torna-se hoje impossível uma imputação precisa de responsabilidades pelo abatimento/desaparecimento de caudais antes emergentes nos terrenos da U.P. ou pela contaminação (por águas negras de esgoto) de algumas das captações que serviam aqueles terrenos. Ora, não sendo curial pretender fundamentar queixas em simples conjecturas ou em suspeitadas relações de causa-efeito insusceptíveis de sustentação em bases científicas

(mormente quando reportadas tais queixas a situações já muito distanciadas no tempo), preferimos orientar grande parte do nosso trabalho - concomitantemente com trabalhos de reconhecimento geológico de fundo e de pormenor e com a interpretação do padrão hidrogeológico da zona - para uma paciente e morosa reconstituição do passado “aquífero” esperando daí extrair pistas para

- averiguar como e para onde terão sido desviadas as águas de fontes e minas hoje desaparecidas, tendo em vista uma eventual recuperação;
- averiguar qual a origem provável de algumas águas que, tendo eventualmente sido encanadas por necessidades diversas de drenagem, emergem livres na área do *Polo III* e aparentemente ressurgem em alguns pontos da base da encosta virada ao **Douro**;
- determinar a origem provável de contaminações que afectam algumas das captações, ainda activas do *Polo III*, com vista a futuras diligências tendendo a restituir às águas qualidade original.

8.1 - Captações afectadas ou destruídas.

1 - Quatro poços e uma fonte sob o edifício da **Aliança Seguradora**; as suas águas são em parte utilizadas na rega dos espaços ajardinados envolventes do edifício; os excedentes (que constituem a maioria) são desviados para a rede de águas pluviais.

2 - Fontenário: desactivado aquando da abertura do cruzamento do **Campo Alegre**.

3 - Fontenário: situava-se sensivelmente no eixo da rua, supondo-se que a água que debitava terá sido encaminhada para a rede de águas pluviais.

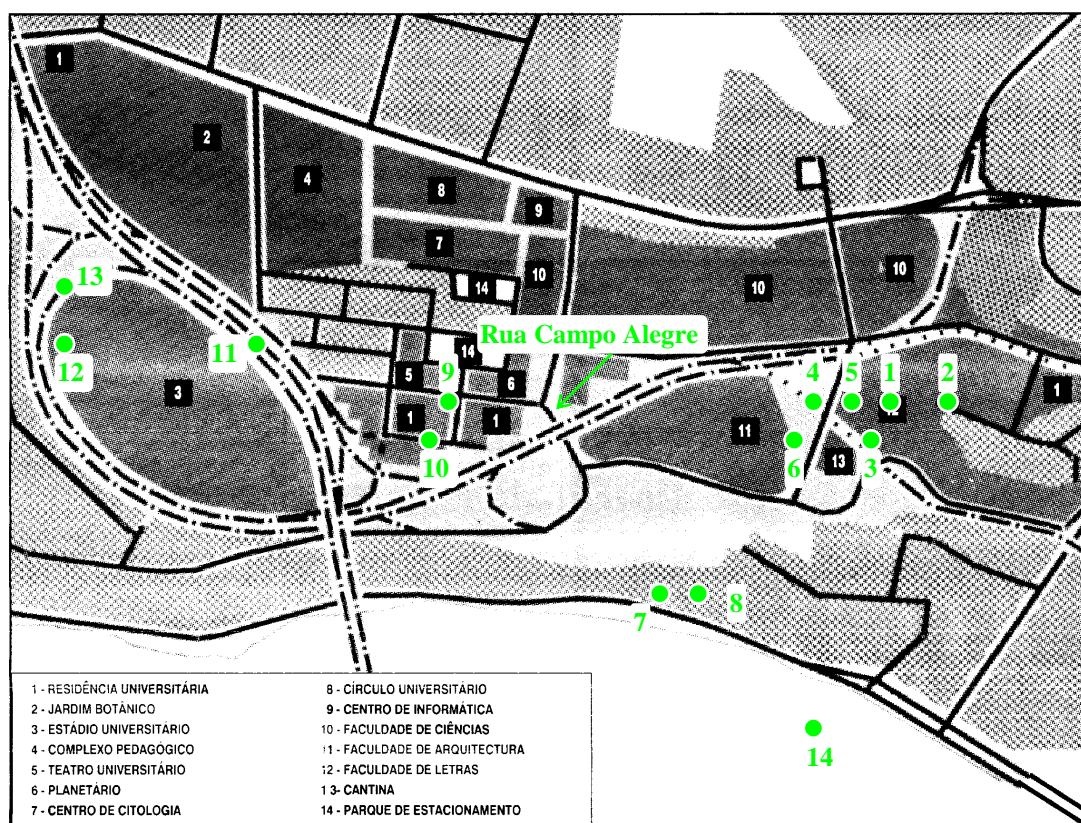


Fig. 19

4 e 5 - Poços sob os edifícios seguintes ● **Captações afectadas ou destruídas** (ver texto) **dora**: as águas foram desviadas para a rede de águas pluviais.

6 - Poço situado no ângulo Noroeste do parque de estacionamento do **Campo Alegre** (junto da **Rua do Golgota**); na altura em que pela primeira vez o inspeccionamos (1987) era já uma captação muito pouco produtiva, praticamente extinta; mas em tempos terá sido, de acordo com informações colhidas, uma excelente captação em termos de débito. O poço foi aterrado aquando da construção do parque.

7 e 8 - Minas que abriam no terreno onde foi implantada a nova Faculdade de Arquitectura. Já estavam praticamente extintas em 1987, debitando então caudais insignificantes. Foram destruídas por construção do edifício e os escassos remanescentes de água desviados dos alicerces por meio de conveniente drenagem. Tratava-se de minas com cota de soleira relativamente elevada, devendo-se o abatimento dos caudais à abertura dos acessos à auto-estrada.

9 - Poço situado junto ao muro do Círculo Universitário, do lado exterior. Constituiu o elemento principal de uma curiosa captação formada por 3 poços interligados por uma mina. Do poço central emergia um braço (B) que, atravessando perpendicularmente a **Rua do Campo Alegre**, abria num poço situado no quintal de uma vivenda já desaparecida; o outro braço (A), alinhado com o eixo do primeiro, abria num poço situado em terrenos que hoje pertencem à Universidade (Fig. 20).

Desta estrutura resta apenas o poço central (em tempos equipado com uma enorme nora de ferro accionada por muares), uma vez que os desaterros exigidos pela construção de edifícios da Universidade (centro de Citologia) conduziram à destruição de grande parte do braço A e respectivo poço (D).

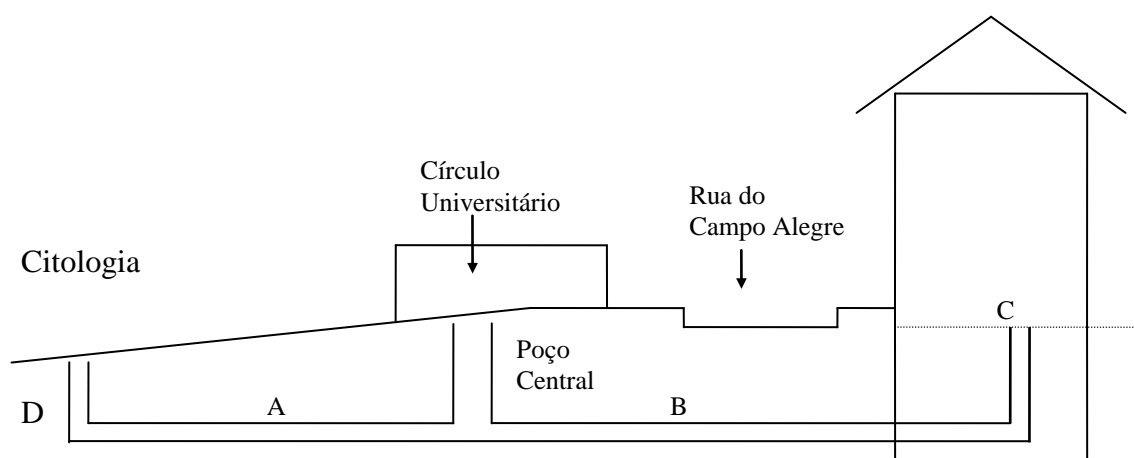


Fig. 20

Mas quando tal sucedeu já este dispositivo hidráulico tinha perdido interesse, dado que o caudal abateu drasticamente após remodelações efectuadas na Rua e, sobretudo, com a implantação de edifícios e vivendas no lado Norte daquela artéria.

O óculo C e parte do braço B (plenamente inseridos na zona de alimentação - terraço Q1 - do conjunto e portanto os principais colectores de águas) foram completamente destruídos com a implantação dos grandes edifícios fronteiros ao Círculo Universitário.

10 - Poço que existiu no pátio traseiro do Círculo Universitário. Praticamente exaurido à data da remodelação que o edifício sofreu, foi desactivado por entulhamento.

11 - Poço da Faculdade de Letras: existiu á entrada e à esquerda do portão da actual Faculdade de Letras um poço (em tempos altamente produtivo) que há relativamente poucos

anos teve que ser atulhado. As águas que para ele convergiam começaram a surgir contaminadas por águas negras de esgotos, cuja origem não foi possível estabelecer de forma inequívoca; a captação exalava (e instalava na zona de entrada da Faculdade) odores nauseabundos, uma das razões que (aliada ao abatimento de caudal e à impossibilidade de imputação de responsabilidades) determinaram a sua neutralização por entulhamento completo.

12 - Mina do Lago (Jardim Botânico): o caudal foi progressivamente abatendo, até se tornar insuficiente para as necessidades que anteriormente supria satisfatoriamente. Para além do mais, as águas evidenciam contaminação orgânica.

13 - Mina (Jardim Botânico): desactivada por meio de ligação à rede de esgotos em virtude de ter sido contaminada por águas negras de proveniência desconhecida e indeterminável.

14 - Poço situado no quintal de uma habitação existente no núcleo (assinalado com X na carta anexa): o caudal sofreu redução substancial (e jamais se regenerou completamente) a partir do momento em que foi iniciada a construção do conjunto de grandes edifícios que se situam ao lado da **Aliança Seguradora**. Trata-se de um caso já referido no relatório do primeiro estudo por nós efectuado em 1987 (Reconhecimento Hidrogeológico Preliminar da Zona da Nova Faculdade de Letras - *Polo III* da U.P.), extremamente elucidativo quer da complexidade do regime de acumulação/circulação das águas subterrâneas na zona em estudo, quer da grande sensibilidade do sistema de circulação à intervenção em pontos dos terrenos por vezes muito distanciados dos locais onde vêm a ocorrer perturbações.

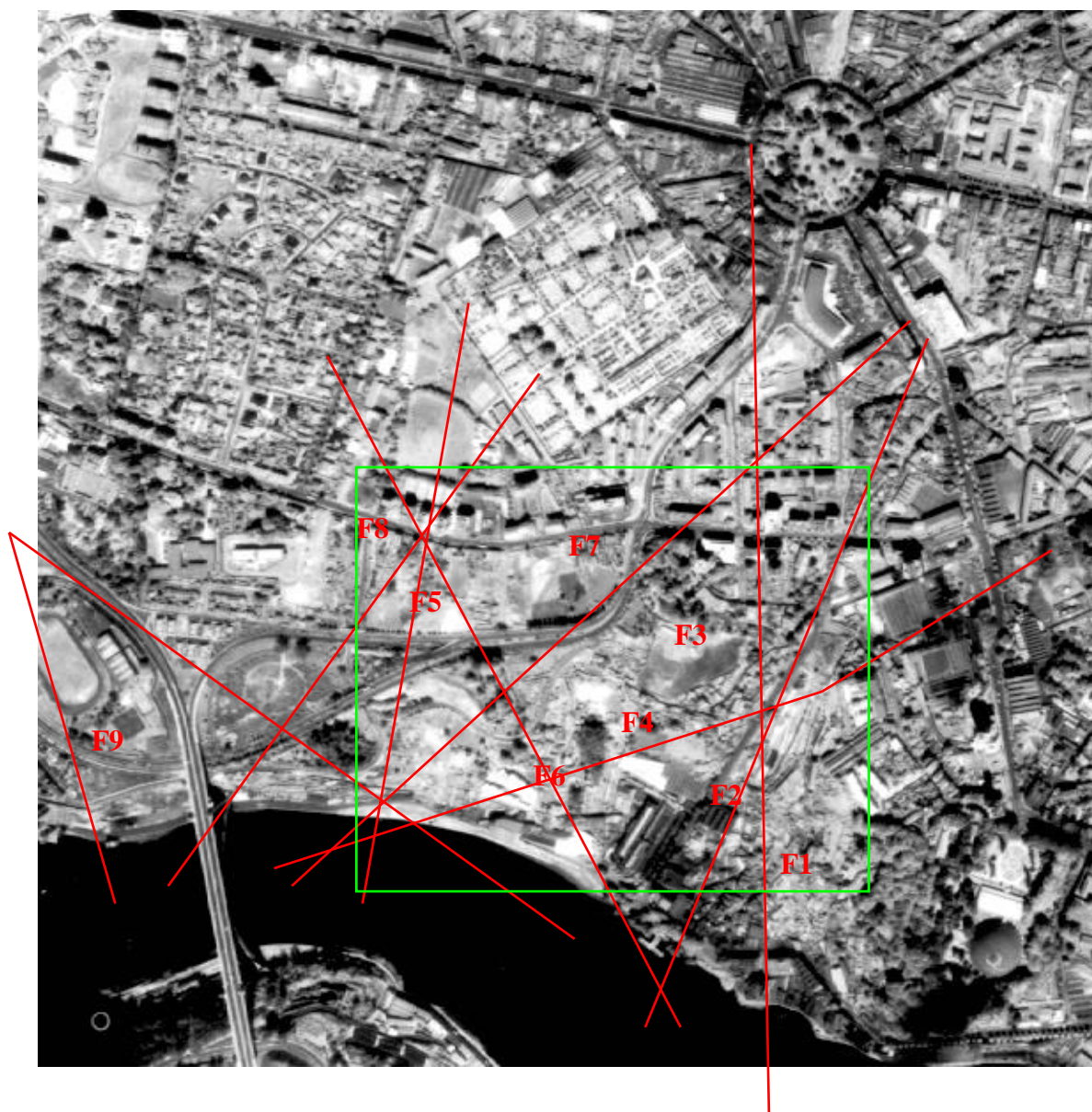
9 - Inventário de recursos hídricos da área do *Polo III* e sua envolvente próxima, susceptíveis de mobilização/valorização imediata ou quase - imediata.

Não obstante o panorama algo desolador atrás descrito e as perspectivas pouco animadoras que a evolução urbanística até agora registada deixa antever (à medida que

prosseguir a intervenção sobre a área em estudo e a sua envolvente, mais se acentuará a tendência para que - por efeito de eventual intersecção de “veios” de água e subsequentes acções de drenagem, isolamento de aquíferos e impermeabilizações dos terrenos de cobertura - rocha armazém - se vão extinguindo as captações mais superficiais, isto é, os poços e minas com escasso recobrimento), ainda existem na área do *Polo III* e da sua envolvente próxima mananciais absolutamente merecedores de aproveitamento e/ou valorização, porque evidenciam caudais importantes caracterizados por nula ou pouco significativa variação sazonal.

Chamamos a atenção para o seguinte e importante aspecto: a sobrevivência destes mananciais releva da feliz circunstância de as suas águas serem de circulação razoavelmente profunda, tendo as captações ainda activas uma alimentação assegurada por um esquema de permeabilidade que é fundamentalmente do tipo permeabilidade-em-grande (fissural). A circulação destas águas é estreitamente controlada pelo sistema de grandes falhas secundárias que recortam em blocos de menores dimensões os grandes blocos definidos pela intersecção das regionais (Figura 21 - Fotografia Aérea).

A situação exemplar referida em 14 do item anterior é claramente um caso de intersecção de um “veio” de água controlado por um acidente estrutural do tipo dos acima referidos, já que nenhuma outra explicação lógica se apresenta como plausível face ao que conhecemos quer da topografia, quer da tectónica e hidrogeologia da área que medeia entre a alegada causa de perturbação e a captação perturbada.



Fracturas regionais inferidas por observação de fotografia aérea
 Área representada na carta anexa

Fig. 21

Outro exemplo podemos referir: o poço que abundantemente abastece em águas de rega os jardins da C.C.R.N. esteve em riscos de perda total - por abatimento do seu (poderoso) caudal - em consequência da abertura das fundações do novo Centro Comercial Cidade do Porto. Esta eminência decorreu do facto de o edifício em questão, que compreende vários pisos abaixo da superfície, estar implantado sobre a falha ao longo da qual se efectua a circulação das águas que convergem para a sobredita captação.

Foi, neste caso, possível estabelecer uma inequívoca relação de causa - efeito entre o abatimento de caudal da captação e o aprofundamento de uma escavação que se desenvolvia a uma considerável distância daquele dispositivo hidráulico; o que, por seu lado, fundamentou e legitimou as (bem sucedidas) diligências da entidade prejudicada no sentido da reposição das condições primitivas da captação perturbada.

Raramente é possível, contudo, uma imputação tão clara de responsabilidades: os condicionalismos históricos, as características e múltiplas formas de expressão da transformação urbanística que ocorreu (e ocorre) em toda a zona onde se inserem os terrenos da Universidade (aliados à complexidade da tectónica e da hidrogeologia das mesmas), são determinantes poderosas para a instalação de intermináveis polémicas entre peritos (e, eventualmente, de querelas jurídicas por isso mesmo extremamente difíceis de derrimir) visto que, como bem o comprova o caso da captação da C.C.R.N., pode existir uma relação geográfica insuspeitada (ou dificilmente suspeitável “a priori”) entre a ocorrência de uma perturbação e a causa que verdadeiramente a originou.

Os recursos que a seguir caracterizaremos integram o que podemos designar por recursos à vista, porque correspondem a mananciais há muito conhecidos e desde sempre aproveitados para fins diversos (domésticos e/ou agro-pecuários).

Já em 1987 - quando por incumbência da Reitoria da U.P. procedemos ao exame dos terrenos onde posteriormente viria a ser implantada a nova Faculdade de Letras - referenciámos esses mananciais, expondo o seu estado de conservação e possibilidades de reaproveitamento.

Procurando evitar repetições, respigaremos do Relatório então elaborado apenas os elementos que não perderam actualidade, obviamente aduzindo eventuais dados novos entretanto emergentes em consequência de intervenções de diversa índole que, no espaço de tempo decorrido, se verificaram em terrenos do *Polo III* e na sua área envolvente próxima.

9.1 - Minas nos terrenos Universitários

- Minas do arco da Rua da Pena:

No ângulo Noroeste da antiga Quinta da Cuf, sob o entroncamento da **Rua da Pena** com a **Rua da Boa Viagem** (Fig. 23), existe um arco de pedra em cuja parede de fundo abrem as entradas de duas minas (designadas por M3 e M4, no Relatório de 1987).

Mina A1 (= M3 - Relatório Preliminar, 1987)

A mina A1, com soleira sensivelmente ao nível do rebordo do tanque que primitivamente coligia as águas emergentes de A1 e A2, desenvolve-se para Noroeste com traçado aproximadamente rectilíneo e numa extensão total de 50,0 m.

Após trabalhos de limpeza por nós efectuados (a mina encontrava-se bastante assoreada por areias e por lamas negras oriundas do esgoto de uma extinta exploração pecuária - ovinos e caprinos - que funcionava onde hoje está o parque de estacionamento camarário) foi possível verificar que:

- em toda a sua extensão, a mina possui os hastiais revestidos a pedra seca e tecto constituído por lajes de granito (Fig. 22);
- tem traçado sensivelmente rectilíneo, orientação N 320 e comprimento $\cong 50,0$ m; a água debitada era coligida num pequeno tanque de decantação construído no fundo da mina e depois conduzida até ao exterior por meio de uma caleira contínua constituída por telhas de beiral (telha “canuda”) cuidadosamente assente no lastro da mina;
- o caudal debitado era (na altura em que foram efectuados os trabalhos de limpeza e de inspecção pormenorizada), da ordem dos $52 \text{ m}^3 / \text{dia}$;

- o seu estado de conservação é excelente: nenhuma das capas se apresenta fracturada ou deslocada e os hastiais continuam perfeitamente alinhados. Deve referir-se ainda um curioso pormenor: dadas as características mecânicas da rocha atravessada por este trabalho e atendendo à topografia primitiva dos seus terrenos de recobrimento, tudo aponta para que esta mina não tenha sido escavada pelo sistema de “vala aberta”; nestas condições, quer a sua escavação, quer o trabalho subsequente de revestimento cuidadoso dos hastiais e (sobretudo) o capeamento - na totalidade da sua extensão - por meio de lajes de granito, constituem sem dúvida, tendo ainda em conta as exiguas dimensões laterais deste trabalho, uma obra a todos os títulos notável, como tal digna de preservação e valorização.

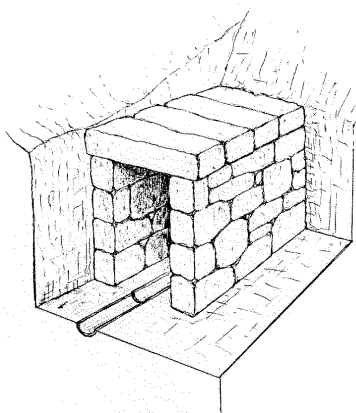


Fig. 22

Mina A2 (= M4 - Relatório Preliminar, 1987)



Fig. 23

Esta mina abre à direita de A1 com soleira a cerca de 2 metros acima daquela, desenvolvendo-se ascendentemente e com inflexão larga à esquerda, atingindo rapidamente uma cota de $\cong 4$ m (relativamente à soleira de A1); prolonga-se de seguida com inclinação progressivamente mais suave. A partir dos 23.5 m medidos segundo o seu eixo, este trabalho não é visitável com segurança, uma vez que a sua estabilidade é extremamente precária (Fig. 23).

Trata-se de uma mina construída com técnica muito semelhante à da mina A1, mas mais alta e mais larga no seu troço inicial.

- Na inspecção por nós efectuada em 1987, esta mina podia ser percorrida numa extensão bastante superior à actual, na altura estimada em cerca de 40 m. Actualmente, várias das lajes de capeamento encontram-se partidas e ao longo dos

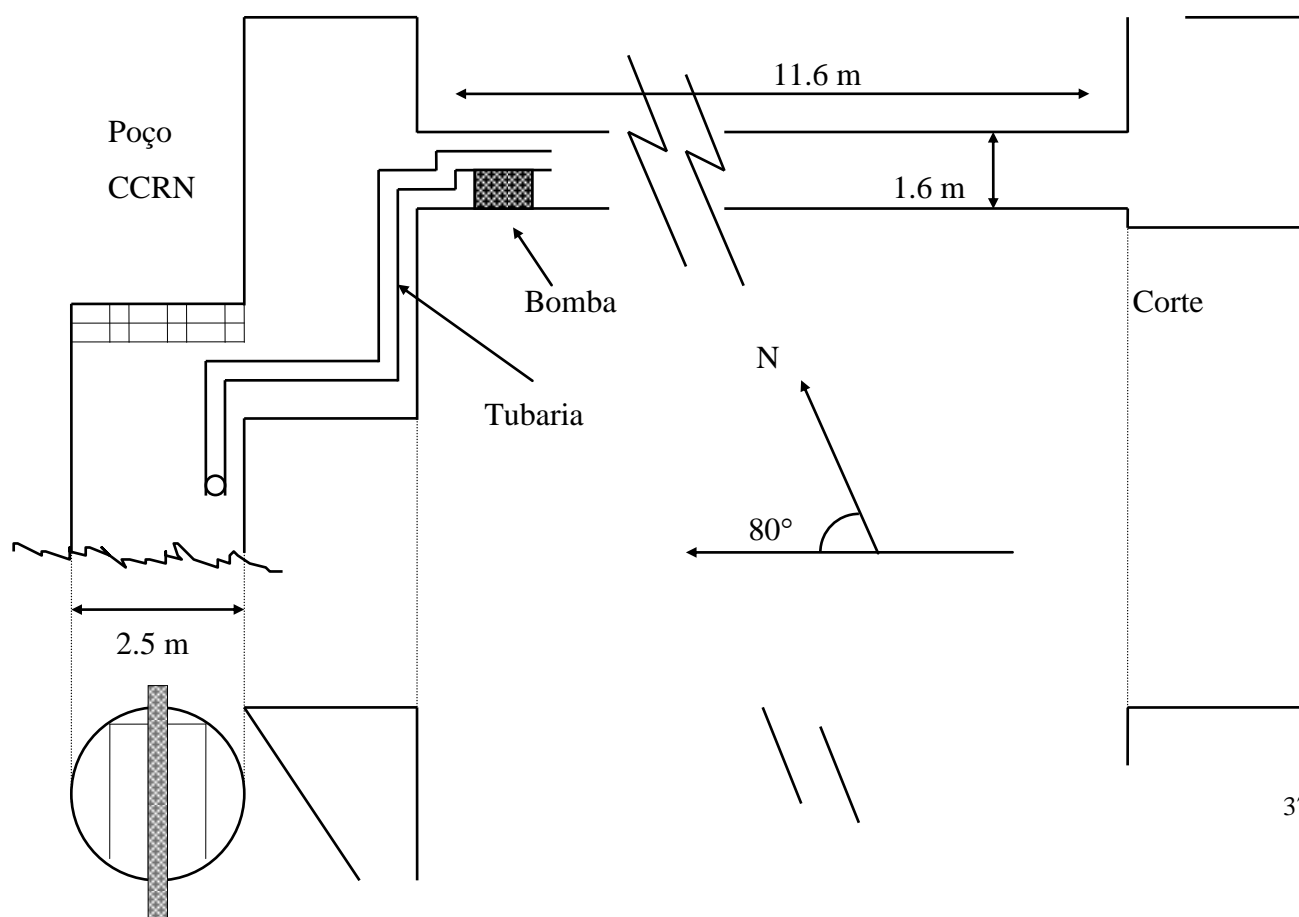
hastiais e do tecto registaram-se “arrasadelas”, no troço não revestido. Estes danos têm em grande parte origem na trepidação a que esta mina foi submetida por efeito do trânsito de camiões e movimentação de máquinas escavadoras durante a construção da Nova Faculdade de Letras. Dado tratar-se de uma mina com pouco recobrimento (facto de que derivou a sua vulnerabilidade às “agressões” atrás referidas), a sua recuperação - no troço inicial, pelo menos - não é difícil nem onerosa.

- Na mesma altura (1987), o caudal desta mina foi estimado em $\cong 87,5 \text{ m}^3 / \text{dia}$. Trata-se de uma inferência extraída através da comparação do tempo de enchimento e da capacidade de um tanque (hoje derruido) que em tempos recolhia as suas águas, por sua vez baseada nos dados fornecidos por um antigo caseiro da primitiva Quinta da Cuf que esta mina (juntamente com a A1) abastecia.
- A esta mina afluíam, nessa altura, águas negras de esgoto, razão pela qual o seu caudal teve que ser estimado pela via indirecta referida; eram estas águas que, dada a diferença de cota entre esta mina e a mina A1, iam acumular-se nesta última. Esta contaminação (cuja origem inequívoca nunca foi possível determinar) deixou de registar-se após a construção da nova faculdade de Letras e, sobretudo, após ter cessado a pequena exploração pecuária que existiu nos terrenos do actual parque de estacionamento referido. Como se conclui, estas duas minas debitavam um caudal total estimado em cerca de $145 \text{ m}^3 / \text{dia}$ ($\cong 4350 \text{ m}^3 / \text{mês}$). Expliquemos a utilização do termo debitavam.
 - Quando foi efectuado o rebaixamento da **Rua do Bom Sucesso** e do **Campo Alegre** com vista à construção dos túneis do cruzamento daquelas duas artérias, o caudal destas duas minas foi progressivamente abatendo até à quase total extinção.
 - Não obstante, o “veio de água” que as abastecia não foi definitivamente neutralizado, mas apenas interceptado noutro local: as águas passaram a brotar no fundo da escavação destinada aos túneis, precisamente no ponto onde conflui o túnel da **Rua do Bom Sucesso** com a **Rua do Campo Alegre** (vd carta anexa).
 - Estas águas foram drenadas por meio de uma conduta construída com manilhas de betão de 60 cm de diâmetro, à qual foi conferido o trajecto aproximadamente indicado na carta anexa. A conduta cruza as vias de acesso à auto-estrada e vem abrir num poço situado nos terrenos da Fac. de Letras, não muito distante das minas

A1 e A2. Esta conduta colige ainda as águas de chuvas que escorrem para as sargetas instaladas nas rampas dos dois túneis atrás mencionados.

- Segundo medidas efectuadas após a conclusão dos túneis, o caudal transportado não sofreu quebra alguma, atinjindo (em dia não chuvoso) o montante total de $145 \text{ m}^3 / \text{dia}$ correspondente ao das duas minas A1 e A2. Estas águas têm sido abundantemente utilizadas na obra da Faculdade de Letras, sendo os excedentes encaminhadas para a linha de águas pluviais que se situa ao longo da parte remanescente da **Rua da Boa Viagem**.
- Como se vê, a restituição das águas às minas A1 e A2 será (se este vier a ser o entendimento quanto ao seu melhor destino) uma tarefa que não se reveste de qualquer dificuldade especial. Por outro lado, se as águas vierem a ser utilizadas apenas para rega, o facto de a conduta atrás referida também transportar esporadicamente águas das chuvas não constitui qualquer impedimento à sua plena recollecção e mobilização.

Importa agora referir uma circunstância que se nos afigura extremamente importante: fazendo fé nas informações do Sr. José Coelho (pessoa que há mais de vinte anos a esta parte está encarregada dos jardins envolventes das instalações da C.C.R.N. e que muito bem conhece os regimes de águas da zona em apreço) existe uma ligação estreita entre o poço principal da C.C.R.N. (Fig. 24) e as minas A1 e A2



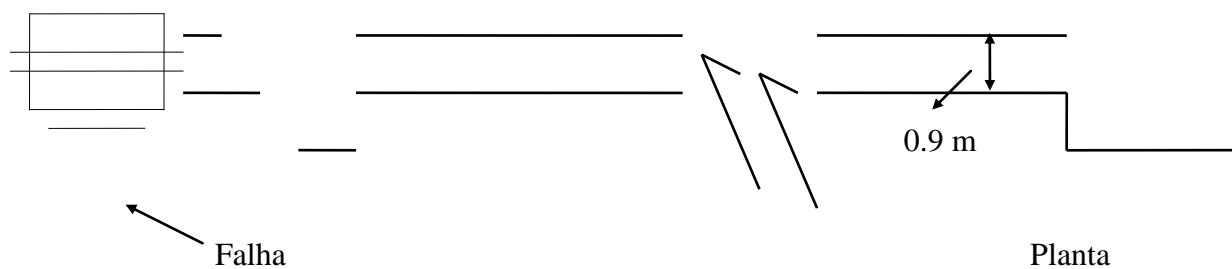


Fig. 24

que temos vindo a caracterizar; concretamente, quando se procede à extracção de grandes quantidades de água do poço da C.C.R.N., sofre abatimento parcial o caudal pertencente às duas minas A1 e A2 (agora conjunto, após a intercepção do seu “veio” alimentador no ponto atrás assinalado, ponto este muito próximo do local onde, sob o pavimento dos túneis, existe o poço da C.C.R.N.).

Esta circunstância implica as seguintes ilações:

- do ponto de vista hidrogeológico, é evidente que o acidente tectónico (falha ou sistema de falhas) ao longo do qual se faz a circulação das águas que confluem naquele poço é o mesmo acidente que garante a circulação das águas abastecedoras das minas A1 e A2.
- do ponto de vista da propriedade das águas em causa, resulta não menos evidente que nenhuma das entidades - Universidade e C.C.R.N. - poderá arrogar-se o exclusivo ou a primazia da posse das mesmas: as duas entidades haverão de acordar entre si o regime de partição / utilização que entenderem mais racional e mutuamente vantajoso.

- Mina A4 (Arquitectura):

Trata-se de uma mina cuja boca abre no talude fronteiro à parede Norte da cerca da antiga Quinta do Póvoa (Fig. 25), actual Faculdade de Arquitectura. Atravessa a via de acesso à auto-estrada e prolonga-se sob a **Rua do Gólgota** por comprimento que desconhecemos.



Fig. 25

Trata-se de uma mina não visitável em virtude de se encontrar bastante assoreada; deste assoreamento resultou aliás a obstrução do aqueduto em U que a prolonga sob o recorte produzido pelo braço de acesso da auto-estrada ao **Campo Alegre**, obstrução que lhe abateu progressivamente o caudal (em 1987 já este estava reduzido a uns escassos $0.45 \text{ m}^3/\text{hora}$).

Posteriormente às obras de remodelação e repavimentação **da Rua do Gólgota**, as águas da mina começaram a surgir contaminadas por águas e detritos de esgoto doméstico, do que resultou a obstrução total do aqueduto de comunicação da mina com uma caixa de visita existente à esquina dos muros Norte e Leste da cerca da Faculdade; as águas emergentes da mina passaram a escorrer livremente no talude onde a mina abre e depois sobre o piso da estrada, aqui formando um charco permanente.

Devido a este facto, os S.M.A.S. decidiram encaminhar as águas para a rede de águas pluviais, para o que bastou a abertura de um pequeno óculo de comunicação escavado junto à parede (fontenário) que obtura a entrada primitiva da mina.

Não existem actualmente condições para que se possa medir com rigor o caudal da mina; mas sabemos, por informações colhidas, que é poderoso, justificando que se tomem providências no sentido de:

- desobstrução do aqueduto, com vista a restabelecer a ligação entre a mina e a Faculdade de Arquitectura; simultaneamente,
- reposição da qualidade das águas, mediante neutralização do foco de contaminação por esgotos domésticos que actualmente tornam essas águas imprestáveis.

- Mina A3 (Letras):

A meia altura do anfiteatro natural formado pelos terrenos onde se situa a Faculdade de Letras (ver mapa anexo) abria uma mina (não visitável na altura em que a conhecemos - 1987 -, por já então se encontrar fortemente assoreada) agora oculta em virtude de aterros entretanto efectuados, que debitava um caudal da ordem dos $24.5 \text{ m}^3/\text{dia}$.

A mina comunicava com um tanque colector por meio de uma tubagem de P.V.C., o que tornou possível uma estimação bastante precisa do seu caudal; este não sofre variações sazonais sensíveis e a água é potável.

No seu conjunto, as minas A1, A2 e A3 poderão assegurar aproximadamente:

$$\begin{array}{rcl}
 A1 + A2 & \text{-----} \cong 145 \text{ m}^3/\text{dia} & \text{-----} \cong 4350 \text{ m}^3/\text{mês} \\
 A3 & \text{-----} \cong 24.5 \text{ m}^3/\text{dia} & \text{-----} \cong 735 \text{ m}^3/\text{mês} \\
 & & \hline
 & & 5085 \text{ m}^3/\text{mês}
 \end{array}$$

9.2 - Minas exteriores aos terrenos Universitários

Incluimos neste inventário algumas captações que, não pertencendo à Universidade, poderão contudo vir a beneficiá-la mediante acordo com a C.M.P., os S.M.A.S. e/ou a Junta de Freguesia de Massarelos e após a efectuação de obras que se não afiguram difíceis nem muito onerosas.

- Fonte da Rua D. Pedro V:

Trata-se do manancial que abastecia o fontenário situado no terço superior da Rua, junto a um talude granítico vertical que resultou da abertura daquela artéria (Foto 26).



Recentemente decidiram os S.M.A.S. desviar definitivamente as águas debitadas por esta fonte para a rede de águas pluviais, como meio de pôr termo aos constantes desacatos que nas imediações desta fonte ocorriam entre automobilistas que ali iam lavar as suas viaturas.

As águas desta fonte - que debita um caudal

Fig. 26

de $\cong 17 \text{ m}^3/\text{dia}$ - $\cong 510 \text{ m}^3/\text{mês}$ - são portanto, neste

momento, águas perdidas. Têm excelente qualidade e o caudal nunca abate; e posto que os

S.M.A.S. para elas não perspectivam qualquer futura utilização, estes serviços afirmam-se receptivos à sua cedência à Universidade sem exigência de qualquer contrapartida.

- Minas dos S.T.C.P.:

Referimos deste modo duas captações localizadas nos terrenos das antigas oficinas dos S.T.C.P. demolidas para construção de alguns blocos habitacionais. Os desaterros exigidos



pela construção destes blocos criaram taludes no extremo Sul dos terrenos Universitários (terrenos da nova Faculdade de Letras), onde abrem duas captações cujas características não tivemos oportunidade de estudar por só muito recentemente termos tido conhecimento da sua existência (Foto. 27).

Estamos em crer que não será difícil um entendimento entre a Universidade e a Junta de Freguesia de Massarelos no sentido da construção de uma cisterna enterrada onde fossem coligidas as águas:

Fig. 27

- provenientes destas minas, caso a autarquia se disponha a cedê-las;
- provenientes da fonte da **Rua de D. Pedro V**;
- proveniente da mina A3 atrás caracterizada.

cisterna essa donde, por bombagem, seriam levadas aos terrenos da Universidade.

10. Impacte das construções da Universidade sobre a hidrogeologia.

10.1 - Faculdade de Letras.

Não obstante as intervenções bastante pronunciadas sobre os terreno que a implantação deste edifício veio a exigir - desaterros por meios puramente mecânicos e por explosivos, segundo linhas grosseiramente paralelas ao muro da C.C.R.N., seguidas de deposição dos materiais provenientes das escavações nos terrenos da antiga **Quinta da CUF** - são nulas as perturbações daí decorrentes para o esquema geral de circulação das águas na zona habitada que se desenvolve nas imediatas proximidades e a sul da nova Faculdade. Com efeito,

a) - é facto que a abertura das fundações deste edifício exigiu a destruição de grande parte de uma mina que abastecia as residências de P. Barbosa (esta expropriada pela U.P. e demolida) de F. Fernandes e Paulo Valada. No entanto, como era conhecida (e comprovada por meio de escrituras notariais) quer a posse, quer o modo de repartição das águas que a mina debitava (e debita ainda), foi possível salvaguardar os direitos existentes, mediante convenientes obras de protecção da parte remanescente da mina e de reconstituição do dispositivo adutor das águas pertencentes às residências de F. Fernandes e Paulo Valada para a caixa de distribuição onde (no eixo da **Rua da Pena**) se efectua a repartição das mesmas segundo as fracções por direito pertencentes a cada uma das residências em causa.

A parte destas águas que por expropriação da propriedade de P. Barbosa ficou a pertencer à Universidade constituía uma fracção diminuta do total em causa; entendeu-se, por isso mesmo, que não se justificava a implementação de um novo dispositivo de repartição, vindo esta parcela a constituir um pequeno reforço às fracções abastecedoras das residências de F. Fernandes e Paulo Valada.

b) - os desaterros a que acima aludimos implicaram a criação de taludes onde, em alguns dos vértices de zonas de alteração do maciço granítico exposto (Fig. 16) se evidenciaram fontes, nenhuma das quais debitando, no entanto, caudal que justificasse

tratamento especial com vista ao seu futuro aproveitamento como “minas” para rega; as águas que deste modo surgiram na área de implantação do edifício foram, por conseguinte, desviadas do alicerce do mesmo mediante apropriados dispositivos de drenagem. Neste momento, essas águas correm livres no interior dos aterros formados a sul da nova Faculdade.

c) - os sobreditos aterros vieram a soterrar a entrada da mina A3 e o tanque que esta mina abastecia.

Após o soterramento da mina e do tanque, as águas (pertencentes à Universidade) correm livres no terreno, vindo a constituir sem dúvida parte do caudal que flui de uma bica improvisada existente no talude criado aquando da preparação dos terrenos para implantação dos blocos habitacionais em construção nas vizinhanças da **Rua Capitão Eduardo Romero** (Vd 9.2).

d) - quanto às minas que abrem na cabeceira do arco sobre o qual se efectua a junção das **Ruas da Boa Viagem** e da **Pena**, as causas do abatimento (quase total em A1, total em A2) dos seus caudais já foram identificadas e descritas (vd 9.1), de modo algum radicando, como comprovado, nas obras da Faculdade de Letras.

e) - no que respeita às áreas habitadas envolventes da zona da Faculdade de Letras, algumas perturbações ocorreram ao longo dos tempos. Mormente, moradores do núcleo habitacional assinalado com (x) na carta anexa têm ultimamente encaminhado para a junta de Freguesia de Massarelos e para a Universidade queixas relativas a perdas de caudal nos seus poços, as quais, na opinião dos queixosos, se deveriam às obras da Faculdade de Letras e da nova Faculdade de Arquitectura.

Face ao que hoje conhecemos sobre a estrutura geológicas e a tectónica da zona em causa, bem como sobre o modo como aí se processa a circulação de águas subterrâneas (essencialmente ao longo de falhas, que as minas interceptam a diferentes cotas), estamos em condições de asseverar que as intervenções nos terrenos determinadas pela construção da nova faculdade de Letras de modo algum estão na origem das perturbações que motivam as supracitadas queixas.

Trata-se, aliás, de reclamações que antecedem em muito tempo o arranque das obras da Faculdade de Letras e, por maioria de razão, as obras da Faculdade de Arquitectura. Transcrevemos, em abono desta afirmação, uma passagem do relatório preliminar por um dos

signatários elaborado em 1987, onde, a propósito da invulgar e mítica extensão que a voz do povo invariavelmente atribui às minas situadas na zona em estudo, se referia o seguinte “*iniciando-se por detrás e a cerca de 4 metros abaixo da referida capela (trata-se do local assinalado com (x) na planta anexa), estende-se uma mina com direcção sensivelmente idêntica à de M3 (=A3), cujo caudal, aquando da abertura das fundações de um dos blocos do lado Norte da **Rua do campo Alegre**, começou a “abater” gradualmente até à prática extinção (situação actual, de caracter permanente ao longo do ano). As águas da mina, desde sempre límpidas e utilizadas para todos os consumos domésticos, passaram a surgir barrentas logo que a escavação para implantação do referido prédio atingiu certa profundidade; face aos danos verificados, terá sido apresentado competente reclamação junto da entidade proprietária do referido bloco, a qual terá tentado - sem êxito - restituir à captação as suas características iniciais.*”

10.2 - Faculdade de Arquitectura.

O novo edifício da Faculdade de Arquitectura consiste num conjunto de construções que praticamente “pousam” sobre o terreno onde foram implantadas, na medida em que quase não dispõem de caves. Não pode, portanto, imputar-se-lhes qualquer efeito de intersecção profunda de “veios” de água que eventualmente cruzassem a área ocupada pelos edifícios.

A construção desta Faculdade obrigou, sim, à destruição de duas pequenas minas que já em 1987 debitavam apenas insignificantes fios de água, a cujo (imprescindível) desvio para o dispositivo geral de drenagem do conjunto edificado de modo algum podem imputar-se as perturbações do regime de circulação e abastecimento de águas registadas na franja habitada (Freg. de Massarelos) que se desenvolve a Sul (base da encosta) do conjunto edificado. As obras deste obrigaram a desaterros do lado Norte, com deslocação dos materiais escavados para o lado oposto (Sul da antiga Via Panorâmica) formando um aterro que veio a ocultar alguns tanques que primitivamente serviam pequenas quintas aí existentes.

Deve referir-se que o fontanário / lavadouro (pertencente à Freg. de Massarelos) situado na base da encosta do vale fronteiro ao edifício de Arquitectura é abastecido por um manancial oriundo de uma captação (mina, provavelmente) que abre entre o antigo e os novos edifícios de Arquitectura, o qual não foi afectado pelas remexidas nos terrenos. A boca da captação consiste actualmente em uma manilha de betão (Fig. 28) que debita a água para um poço (também de betão), a partir da qual se estende certamente o aqueduto enterrado que, ao longo da encosta (vd carta anexa), encaminha a água para o sobredito fontanário. O percurso exacto deste aqueduto não é conhecido; mas, do exame que foi possível efectuar (todo o terreno do vale está invadido por espessa vegetação selvagem) parece poder concluir-se que a água em questão (que não pertence à Universidade) será encaminhada por um troço inicial do aqueduto até um pequeno tanque intermédio (actualmente oculto pela vegetação) e, a partir deste e ao longo do segundo troço de aqueduto, directamente para o fontanário / lavadouro.



Fig. 28

Nenhum dos moradores da zona que trabalham, como hortas, algumas pequenas parcelas dos socacos da encosta (e alguns fazem-no há muitos anos) jamais viu ou visitou (se é que tal é possível) o aqueduto em causa, presumindo-se que se trata de um aqueduto de pequena secção (“caneiro”, na gíria local), atravessando os terrenos a razoável profundidade.

As queixas oriundas da Junta de Freguesia de Massarelos quanto à deficiente qualidade da água que surge no fontanário radicam nas seguintes causas:

- i) em virtude das alterações morfológicas operadas na encosta por via das obras, algumas pequenas fontes preexistentes não foram ainda devidamente reordenadas, pelo que as águas se perdem nos terrenos e, aí circulando livremente, acabam por carrear finos detritos barrentos para o fontanário / lavadouro;
- ii) dado que ainda não está efectuada a ligação do saneamento da nova Faculdade de Arquitectura à rede camarária de saneamento, há também alguma contaminação orgânica das águas escorrentes e infiltradas nos terrenos, águas essas que (juntamente com as águas livres, mas limpas, atrás referidas) ressurgem em pontos diversos da cabeceira de pedra do fontanário.

Como maneiras de obviar a estes inconvenientes e restituir à água do fontanário a qualidade primitiva (ponto essencial das queixas da Junta de Freguesia, já que, quanto a caudais, não foram postas reclamações de monta) preconizamos o seguinte:

- a) a recollecção das águas oriundas das sobreditas pequenas fontes que abrem na encosta e seu encaminhamento para o aqueduto do fontanário de Massarelos, constituiriam um pequeno reforço do caudal deste, não representando qualquer perda para a U. P. já que, pela sua insignificância aparente não se afiguram merecedores de obras hidráulicas (mesmo que pouco onerosas) com vista a eventual reaproveitamento para rega dos terrenos da Universidade.
- b) execução do saneamento definitivo do novo edifício da Faculdade de Arquitectura e sua ligação à rede pública como meio de obviar à contaminação orgânica da água afluyente ao fontanário.

Relativamente à água que abastece o antigo edifício de Arquitectura (vd 9.1. Mina A4, Arquitectura), podemos agora afirmar que não tem qualquer relação com a do manancial que, situado entre os edifícios (actual e antigo da Fac. de Arquitectura) abastece o fontanário de Massarelos: ensaios realizados por recurso a um marcador hidrogeológico (rodamina) habilitam-nos a concluir pela independência total das duas captações. A água da mina A4 perde-se actualmente, pelas razões oportunamente apontadas (vd 9.1), na conduta de águas pluviais que lhe passa aos pés; a restituição da operacionalidade ao aqueduto (actualmente entupido) permitirá reencaminhar a água para o tanque existente nos jardins do antigo edifício de Arquitectura. O caudal em causa (que não foi possível medir, mas que por simples inspecção visual se saber ser elevado) justifica plenamente as diligências que nesse sentido se façam.

10.3 - Edifício da Faculdade de Ciências

Foi-nos facultado verificar, pelo acompanhamento regular dos trabalhos de escavação das fundações dos novos edifícios da Fac. de Ciências, que não foi cruzado qualquer falhamento importante do ponto de vista hidrogeológico. A água que tendia a acumular-se no fundo das escavações não tinha origem em “veios” interceptados, sendo simplesmente água de imbibição dos terrenos devassados pela escavação; para seu desvio dos alicerces dos edifícios

foram efectuadas competentes drenagens, com encaminhamento das águas para a conduta de águas pluviais existente ao longo da **Rua Viterbo de Campos**.

Note-se que perto da confluência da tubaria de drenagem das “Ciências” com a referida linha de águas pluviais foi assinalada (a cota inferior à cota de lançamento da tubaria de drenagem) a existência de uma mina com razoável caudal; esta última (que foi salvaguardada pelas obras) terá sido presumivelmente ligada a alguma linha de águas pluviais aquando da intervenção de fundo que a J.A.E. operou em toda a área (há sensivelmente 35 anos) para construção das ligações à auto-estrada e Estádio Universitário.

Trata-se de uma interpretação com carácter conjectural (que consequentemente avançamos com natural reserva), dado não existirem em poder da Câmara Municipal (nem qualquer dos Serviços Municipalizados) cartas de implantação de infra-estruturas da zona a partir das quais se possa ajuizar do seu grau de plausibilidade.

Mas podemos asseverar, em resultado de cuidadosa inspecção da área, a não existência em terrenos da U.P. de qualquer fonte que (já pelo caudal, já pela orientação geral presumível do alinhamento da mina e do possível caminhamento das águas) sugira eventual correspondência com a mina atrás referida.

11. Reservas Potenciais (ocultas ou não aproveitadas)

Desconhecem os autores qual o tipo de intervenção definitiva para a área assinalada no esboço da Fig. 29.

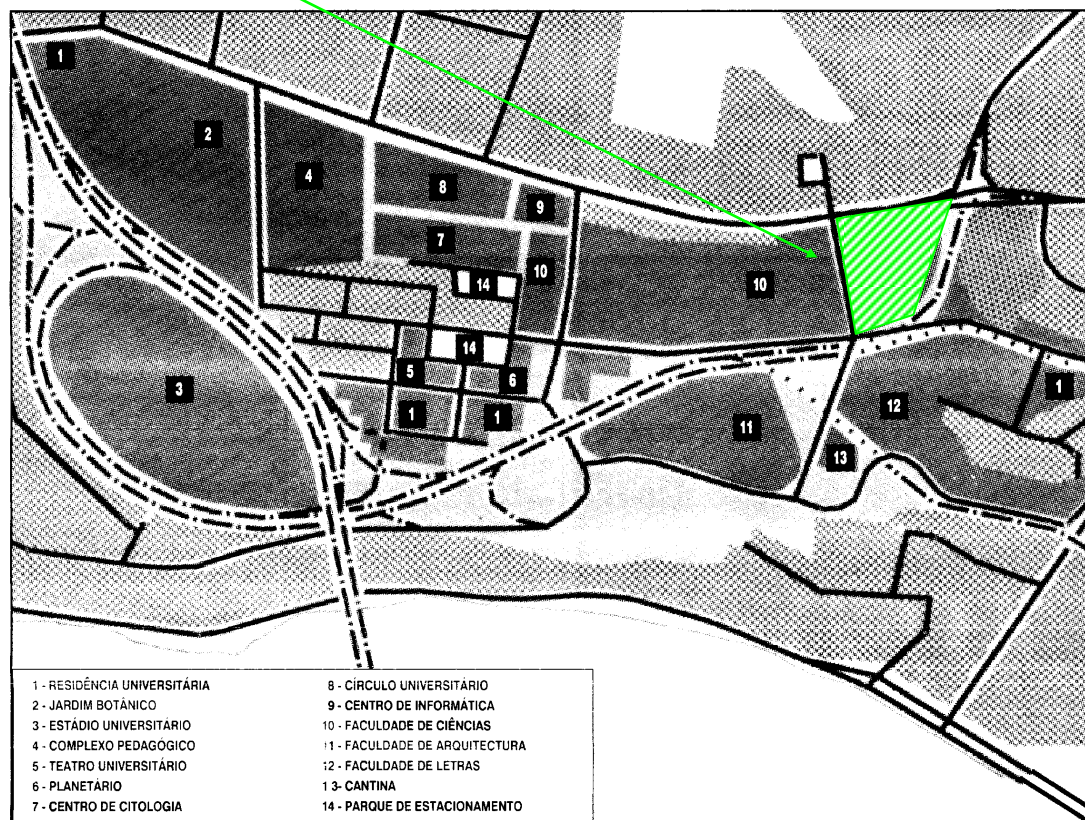


Fig. 29

Mas quer esta intervenção se traduza i) no prolongamento das edificações que integram a Fac. de Ciências; ii) na criação de parques de estacionamento e de um novo acesso da Rua do Campo Alegre à auto-estrada (em substituição da Rua do Gólgota); iii) ou em acções conjugando as duas finalidades anteriores, uma coisa é certa: as escavações para implantação de edifícios ou os desaterros motivados pela abertura de novos acessos rodoviários porão fatalmente em evidência águas subterrâneas (abundantes e de cota freática relativamente alta nesta fracção particular da área total em estudo) que, obviamente será necessário drenar.

Nestas condições, entendemos que esta drenagem deva sempre fazer-se para a conduta que, sob o pavimento do troço de confluências dos dois braços de túnel de Campo Alegre, reconduz aos terrenos da Fac. de Letras (vd 9.1, Mina A2) a água que antes era debitada pelas minas A1 e A2; fundamentamos esta proposta nos seguintes argumentos:

- a) sendo inevitável a efectuação da drenagem dos terrenos em causa (grande parte das habitações existentes no canto Nordeste do terreno dispõe de poços produtivos), que esta se faça, por simples gravidade, para a linha mais próxima e de mais baixa cota - e esta é sem dúvida, a conduta atrás referida;
- b) os caudais deste modo captados constituirão reforço não desprezável ao caudal actualmente disponível para mobilização, pela U.P., para fins de rega e cuja condução se faz actualmente pela conduta em causa.



Fig. 30

Como já referimos (vd 6), a morfologia da área em estudo encontra-se fortemente condicionada pelas falhas regionais, sendo também possível correlacionar a posição e andamento das minas inspeccionadas com essas mesmas falhas.

É grande a importância hidrogeológica das falhas, sendo de considerar o cruzamento das mesmas como locais potenciais para a realização de furos de captação com vista a reforçar os caudais colectados em todos os mananciais descritos.

Um exemplo que não podíamos deixar de referir, e que vem confirmar a afirmação anterior, diz respeito aos tanques de lavagem de roupa e fontes existentes ao cimo da Rua de D. Pedro V, por baixo da Casa Diocesana de

Vilar. Neste local confluem 3 mananciais de água com caudais apreciáveis, cujo aproveitamento deu origem a uma construção em alvenaria de grande envergadura (Fig. 30), sinal que atesta a importância destes para a população que lhes dá uso.

Ora, uma simples análise da Fig. 31, permite verificar que neste local se cruzam 3 importantes falhas regionais, pelo que cada uma delas será responsável por um dos três caudais emergentes.

Analisando mais em pormenor a Fig. 31, podemos então adiantar que existem, pelo menos, mais cinco alvos que devem vir a ser tidos em consideração, se a U.P. pretender implementar furos de captação de água nos seus terrenos.

Um primeiro alvo, que designamos por AL1, situa-se nos terrenos do Jardim Botânico. Corresponde ao cruzamento das falhas designadas por F6 e F9. Este alvo pode estar relacionado com as duas minas que existem no Jardim Botânico (vd 8.1 - 12 e 13), uma das

quais se encontra desactivada. Devemos realçar que estamos a propor o aproveitamento de um alvo em que a captação da água é realizada em profundidade, obviando a todos os inconvenientes existentes numa captação por mina.

O alvo AL2 situa-se próximo dos terrenos para onde se previa a construção do Teatro do Campo Alegre e do Planetário. Neste local cruzam-se as falhas F6 e F8. Por inspecção superficial do interior e bordadura da rotunda criada pelas via de saída da Ponte da Arrábida em direcção ao Campo Alegre e estrada de acesso ao Estádio Universitário, é possível constatar a existência de afloramentos graníticos onde se visualizam algumas fracturas e vegetação permanente que são indícios prometedores da existência de água.

O alvo AL3 situa-se no vale que se desenvolve em frente à nova Fac. de Arquitectura. Neste vale bastante pronunciado, cruzam-se quatro falhas (que o condicionam), respectivamente F3, F5, F6 e F7.

O alvo AL4 coincide com a mancha de terrenos anteriormente descritos e marcados a verde na Fig. 29. Nas suas proximidades cruzam-se as falhas F4 e F7.

Finalmente refere-se o alvo AL5, situado nos terrenos da Fac. de Letras, correlacionado com as falhas F3 e F4.

É evidente que a eleição de um (ou mais) destes alvos para localização de furos destinados a captação de águas profundas depende de inúmeros factores, entre os quais um avulta com carácter de poderosa condicionante; referimo-nos ao factor constituído pelos edifícios já existentes, em curso de construção ou cuja implantação definitiva está já decidida, os quais podem desenvolver-se sobre um (ou vários) dos alvos identificados.

Por outro lado, o facto de se assinalarem as grandes falhas regionais como acidentes dotados de alta probabilidade de constituírem vias de circulação de caudais poderosos não exclui, de modo algum, a eventualidade de existirem outras falhas (àquelas associadas), não cartografadas por não serem inferíveis do exame fotogeológico, compartimentando os grandes poliedros de terreno definidos pela intersecção das falhas regionais.

Estas falhas de 2ª ordem - chamêmos-lhes assim - podem perfeitamente constituir alvos não menos interessantes que os primeiros. Mas a detecção desta segunda rede de falhas não pode fazer-se por reconhecimento directo (isto é, por inspecção directa dos terrenos), uma vez que toda a área se encontra recoberta (salvo em raríssimos locais onde o soco granítico aflora) por solos - orgânicos ou não - que completamente ocultam a sua evidência superficial.

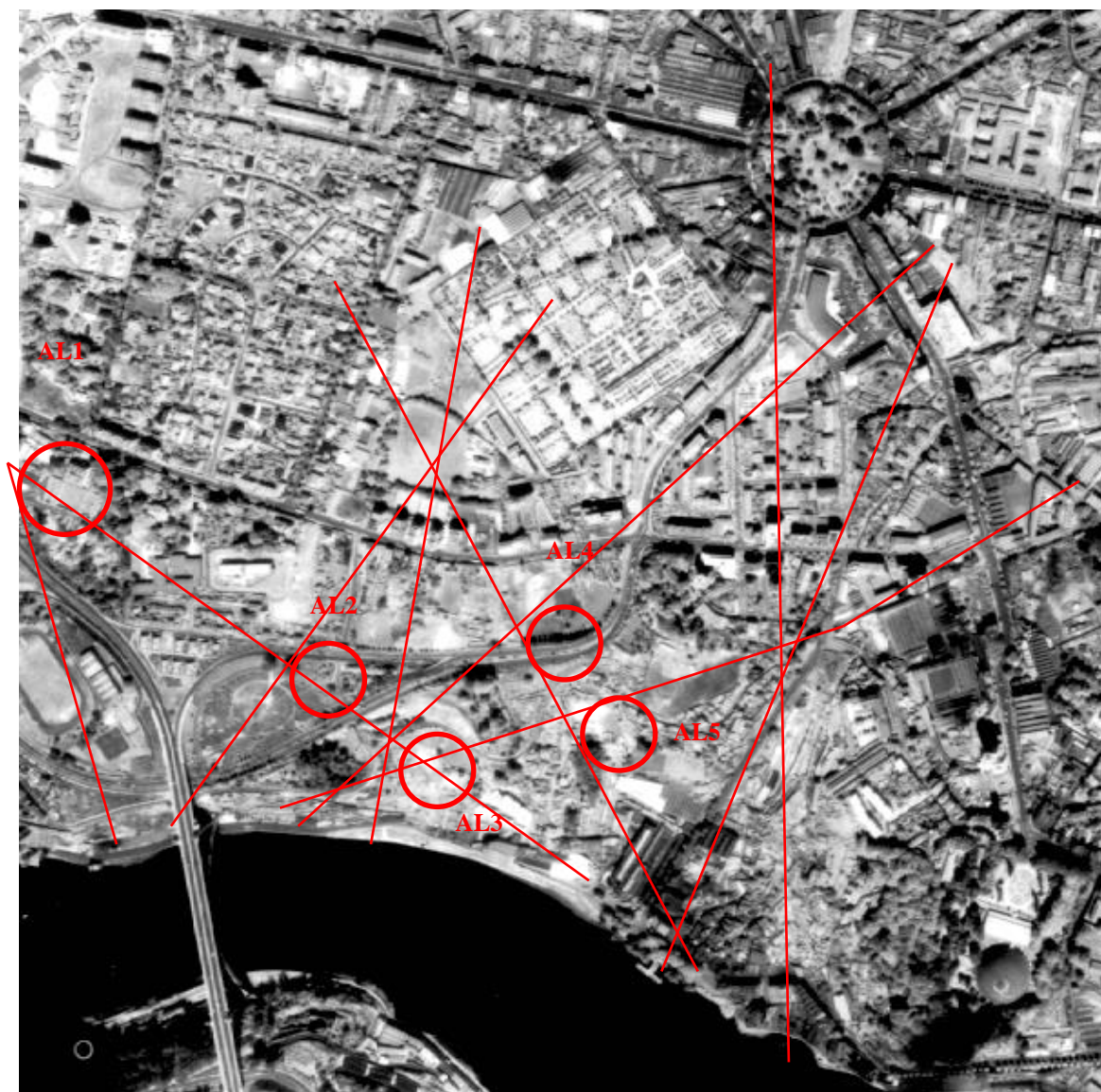
No entanto, existem meios indirectos de proceder ao levantamento deste tipo de falhas, meios dentre os quais destacamos o sistema VLF. Trata-se de tecnologia e equipamento

familiares aos docentes do Dep. Minas, organismo onde existem elementos muito experimentados e com excelentes provas dadas na sua utilização ao serviço de Câmaras Municipais, empresas de fabrico de cerveja, etc.

A prospecção electromagnética VLF - Very Low Frequency - usa como fonte excitadora as ondas electromagnéticas das estações emissoras de rádio com frequência muito baixa, na banda dos 15 kHz até 30 kHz, que são utilizadas nas comunicações a longa distância. Existem fontes emissoras a operar em diferentes países. Quando as ondas hertzianas provenientes dessas fontes distantes incidem sobre uma estrutura condutora enterrada, mesmo que coberta por uma camada de solo de espessura apreciável, esta passa a funcionar como uma antena enterrada que por indução electromagnética cria um novo campo que vai interferir na recepção do aparelho VLF. Tudo se passa como se o campo da emissora sofresse uma modificação de polarização. Numa formação rochosa compacta, as zonas fracturadas (quando preenchidas por água) correspondem a zonas de maior condutividade, comportando-se portanto como estruturas moderadamente condutoras que o VLF permite evidenciar.

Em terrenos atravessados por linhas de transporte de electricidade (subterrâneas ou aéreas), o sistema VLF pode sofrer interferências que originam alteração de sinal.

Não obstante, em grande parte dos terrenos do *Polo III* (terrenos universitários) não existe, tanto quanto sabemos, uma rede tão densa de cabos eléctricos que inviabilize radicalmente a aplicação do sistema VLF. É nossa convicção,



Alvos potenciais para execução de furos de captação



Fig. 31

portanto, que largas manchas dos terrenos da U.P. poderão ser inspeccionados por meio do VLF, o que permitirá a detecção de outros alvos hidrogeológicos (estes associados à intersecção de falhas de 2ª ordem do tipo atrás mencionado).

Nomeadamente, os terrenos da U.P. que se estendem a Poente e a Sul das edificações da Fac. de Ciências, (terrenos da actual Fac. de Letras, da nova Fac. de Arquitectura, do Jardim Botânico e do Estádio Universitário) poderão revelar alvos insuspeitados constituindo alternativas aos que neste momento são conhecidos. Este aspecto (de extremo interesse no caso do Estádio Universitário) é também importante do ponto de vista da concepção de um sistema integrado de captação profunda (furos) capaz de, com o contributo das captações superficiais (minas e poços activos) identificados neste relatório, garantir à U.P. a autonomia plena em matéria de águas para rega da área verde que se pretende revitalizar e/ou criar de raiz na zona do *Polo III*.

Ora o projecto de um sistema optimizado de captações, armazenagem e distribuição interligada de águas de rega numa zona já tão fortemente condicionada como é a do *Polo III* exige, obviamente, o conhecimento prévio de múltiplos locais (alvos) onde se afigure provável a obtenção dos competentes recursos hídricos. Alguns destes locais são agora conhecidos; mas convém não olvidar que certos dos alvos identificados nesta primeira campanha se situam sob edifícios recentemente construídos ou numa sua excessiva vizinhança, o que - se não inviabiliza totalmente o seu aproveitamento - não deixa de implicar o recurso a sondagens inclinadas, mais longas e dispendiosas em termos de execução, equipagem e manutenção. Torna-se, portanto, transparente o interesse associado à identificação de novos alvos funcionando como eventuais sucedâneos dos que neste momento se conhecem, prevenindo a hipótese de alguns dentre estes se revelarem, por razões de vária índole, insusceptíveis de aproveitamento. Em reforço do que precede, lembramos que, do ponto de vista dos custos operacionais de um sistema integrado de captação e distribuição, há todo o interesse em que as distâncias de transporte sejam mínimas, nomeadamente as distâncias entre captações e respectivos depósitos colectores-distribuidores. Este desiderato só é alcançável, evidentemente, se as captações se distribuírem o mais regularmente possível na área total a irrigar; no caso vertente, isto implica a procura de novos alvos na área Poente da nova Fac. de Ciências, já que as vicissitudes geológicas determinaram a ocorrência majoritária de alvos prometedores na zona a Nascente e a Sul da sobredita Faculdade.

O Departamento de Minas possui os equipamentos e os recursos técnicos indispensáveis para que um estudo desta natureza possa ser empreendido, caso a Universidade

venha a decidir-se pela conveniência de o executar; mas é tarefa que somente poderá ser levada a cabo em campanha de levantamentos distinta e subsequente à que com o presente relatório damos por concluída.

FEUP, Dep. de Minas - Outubro de 1995

H. S. Botelho de Miranda
(Prof. Auxiliar)

Alexandre J. M. Leite
(Assistente)